بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة آل البيت

كلية العلوم

قسم العلوم الحياتية

رسالة ماجستير بعنوان:

التغيرات في السكريات الذائبة والبرولين في حبوب الشعير النابتة تحت ظروف الملوحة والحرارة.

Changes in Soluble Sugars and Proline in Germinating Grains of Barely in response to Salinity and Temperature

إعداد

رجاء التوم أحمد عباس

0420404007

المشرف

الإستاذ الدكتور: بسام طه ياسين العيسى

(2009 – 2008)

التغيرات في السكريات الذائبة والبرولين في حبوب الشعير النابتة تحت ظروف الملوحة والحرارة.

Changes in Soluble Sugars and Proline in Germinating Grains of Barely in response to Salinity and Temperature

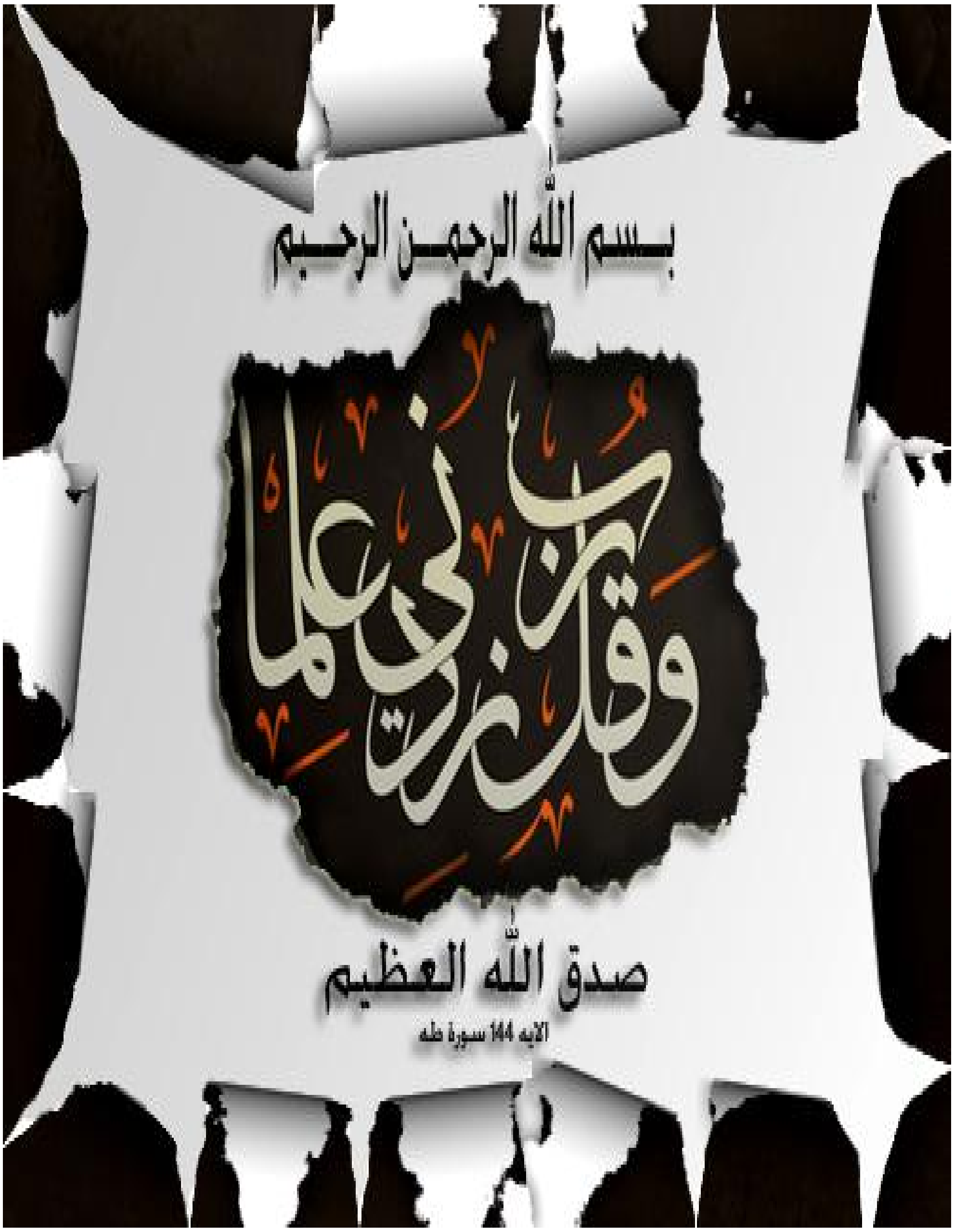
إعداد
رجاء التوم أحمد عباس
0420404007

المشرف
الإستاذ الدكتور: بسام طه ياسين العيسى
(2009 -2008)

أعضاء لجنة المناقشة	التوقيـــــــــع
1. الأستاذ الدكتور حسن إبراهيم طشطوش	....
2. الدكتـــور فـــــوزي أرشيــــد أرشيـــد	....
3. الدكتـــور عدنـــــان سليـــم جــــرن	....
4. الأستـــاذ الدكتور سامح محمد التميمي	....

قُدمت هذه الرسالة إستكمالاً لمتطلبات الحصول علي درجة الماجستير في العلوم الحياتية في كلية العلوم جامعة آل البيت.
نُوقشت وأوصي بإجازتها بتاريخ: 22 / كانون أول/ 2008 م

المُوافق: 24 / ذو الحجة / 1429هـ


بسم الله الرحمن الرحيم
وقل رب زدني علما
صدق الله العظيم
الايه 114 سورة طه

الإهـــــــــــداء
Dedication

إلى بلدي السودان

الغالي

إلى أمي .... العزيزة

إلى روح أبي .... الطاهرة

إلى أخي وأخواتي .... الأوفياء

إلى أقاربي وأصدقائي .... المخلصين

إلى كل أساتذتي...الأجلاء

إلى كل طالب علم ... مجتهد

أهدي ثمرة جهدي المتواضع

رجاء

الشكـــــــــــــــــــــر
Acknowledgments

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين.

أما بعد،،

لا يسعني إلا أن أتقدم بشكري وتقديري إلى أستاذي المربي الفاضل الدكتور بسام طه ياسين العيسى الذي تفضل بالإشراف علي هذه الرسالة أطال الله عمره وبارك فيه، وأشكره على هذا الجهد الذي بذله معي، ولما وجدته من احترام وتقدير وتعاون، وتذليل للصعاب التي اعترضت طريقي أثناء إعداد هذا البحث فجزاه الله خير الجزاء.

وأقدم جزيل شكري وتقديري لأعضاء هيئة التدريس بقسم العلوم الحياتية بكلية العلوم في جامعة آل البيت الذين لم يدّخروا جهداً ومثلاً أعلى في الأداء و العطاء. ولا يفوتني أن أتقدم بجزيل الشكر والتقدير للسادة أعضاء لجنة المناقشة على تفضلهم وتكرمهم بالموافقة على مناقشة هذه الرسالة فجزا الله من ساهم في إنجاز هذه الرسالة خير الجزاء، ووفقنا الله لما يحب ويرضي.

والله ولي التوفيق.

الباحث

List of Content:قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوعات	ت
أ	Title العنوان	
ب	الآية الكريمة	
ج	Dedication الإهداء	
د	Acknowledgment الشكر	
هـ	List of Contents قائمة المحتويات	
ط	List of Tables قائمة الجداول	
ي	List of Figures قائمة الأشكال	
ك	List of abbreviations قائمة الإختصارات	
ل	Appendices قائمـــــــــة الملاحق	
م	Abstract الخلاصة	
Introduction and Literature Review الفصل الأول: المقدمة واستعراض المراجع		
1	Introduction المقدمة	1-1
1	Salinity and its Importance الملوحة وأهميتها	2 -1
3	Mechanisms of Salt Resistance آليات مقاومة الملوحة	3 -1

4	Avoidance Mechanisms آليات تفادي الملوحة	1-3-1
4	Tolerance Mechanisms آليات تحمل الملوحة	2-3-1
5	Physiological Aspects الجوانب الفسيولوجية	4 -1
7	تأثير الملوحة والحرارة في عملية الإنبات Effect of Salinity on Seed Germination	1-4-1
7	Biochemical Aspects الجوانب الكيموحيوية	5 -1
9	تراكم البرولين والتغيرات في السكريات الذائبة Proline Accumulation and Changes in Soluble Sugar	1-5-1
13	Aims of Study أهداف الدراسة	6 -1
الفصل الثاني: المواد المستعملة وطرق العمل Materials and Methods		
14	Plant Material المادة النباتية	1-2
14	Preparation of Salt Solutions تحضير المحاليل الملحية	2-2
15	Studies of Growth and Germination دراسات النمو والإنبات	3-2
16	Determination of Chloride تحديد الكلوريد	4-2
17	Determination of Proline تحديد البرولين	5-2
17	Preparation of Standard Curve إعداد المنحني المعياري	1-5-2

18	قياس البرولين في العينات النباتية Proline Determination in the Plant Materials	2-5-2
19	التحليل الكمي للسكريات الذائبة Quantitative Analysis of Soluble Sugar	6-2
19	Preparation of Standard Curve إعداد المنحنى المعياري	1-6-2
19	تحديد السكريات الذائبة في أنسجة النبات Determination of Soluble Sugars in Plant Tissue	2-6-2
20	تحديـــد كميـــة TRV القيمة المختزلة الكلية Determination of Total Reducing Sugar in Plant Tissue	3-6-2
20	Determination of Polysaccharides تقدير السكريات المتعددة	7-2
21	Determination of Protein تحديد البروتين	8-2
21	Preparation of Standard Curve إعداد المنحني المعياري	1-8-2
22	Protein Extraction إستخلاص البروتين	2-8-2
23	Statistical Analysis التحليل الإحصائي	9-2
	الفصل الثالث: النتائـــــج Results	
24	Germination Study دراسة الإنبات	1-3
28	Chloride Accumulationتراكم الكلوريد	2-3
32	تراكم البرولين والسكريات الذائبة في البادرات Accumulation of Proline and Soluble Sugars in Seedlings	3-3

4-3	محتوى السكريات المتعددة والبروتين في الحبوب النابتة Polysaccharide And Protein Content in Germinating Grains	38
الفصل الرابـــع: المناقشـــــــــة Discussion		
1-4	الجوانب الفسيولوجية Physiological Aspects	45
2-4	الجوانب الكيموحيوية Biochemical Aspects	46
3-4	السكريات الذائبة Soluble Sugar	46
4-4	البرولين Proline	49
5-4	تأثير درجة الحرارة Effect of Temperature	50
	الإستنتاجات والتوصيات Conclusions and Recommendations	53
	المراجــــــــــع References	54
	الخلاصــــــــــة Abstract	68
	الملاحــــــــــق Appendices	70

List of Tables قائمة بالجداول

الجدول	الصفحة
27	جدول(1). تأثيركلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي متوسط أطوال الجذيرات (مللمتر/ جذير) للحبوب النابتة لصنف الشعيرأكساد 176 (أ) و صنف الشعير رم (ب)
30	جدول(2). محتوى حبوب الصنفين أكساد 176 و رم غير المعاملة من الكلوريد والبرولين والسكريات الذائبة والسكريات المتعددة والبروتين
36	جدول(3). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي محتوي DRV والسكروز [mgg $^{-1}$ DW] في الحبوب النابتة من صنف الشعيرأكساد 176(أ) وصنف الشعير رم(ب)
39	جدول(4). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي تركيزالبرولين [ميكروجرام/جم وزن طري] في الحبوب النابتة وغير النابتة من صنف الشعير أكساد176 (أ) و صنف الشعير رم (ب)
42	جدول(5). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي النسبة المئوية للسكريات المتعددة المتحللة في الحبوب النابتة من صنفي الشعير أكساد 176 ورم
44	جدول(6). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي محتوي البروتين [ملجرام/ جم وزن طري] في الحبوب النابتة لصنفي الشعير أكساد 176 وصنف الشعير رم
44	جدول(7). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي النسبة المئوية للبروتين المتحلل في الحبوب النابتة من صنفي الشعير أكساد 176 ورم

List of Figures   قائمة الأشكال

الصفحة	الشكل
8	شكل (1). مقطع طولي في حبة الشعير يوضح أهم الأجزاء الرئيسة
11	شكل (2). المساران الرئيسان لبناء البرولين، مسار الجلوتامات ومسار الأورنثين
12	شكل (3). تفاعلات أكسدة البرولين في المايتوكوندريا
15	شكل (4). المنحني المعياري لتحديد التوصيل الكهربائي لمحاليل كلوريد الصوديوم NaCl المستعملة في الدراسة
18	شكل (5).المنحني المعياري لتحديد تركيز البرولين
20	شكل (6). المنحني المعياري لتحديد تركيز الجلوكوز
22	شكل (7). المنحني المعياري لتحديد البروتين (Bovine Serum Albumin)
25	شكل(8). تأثيركلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي نسبة الإنبات لحبوب صنف الشعير أكساد 176(أ) وحبوب صنف الشعير رم (ب)
29	شكل(9). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي الماء الممتص [water/100g grains] من قبل البادرات في صنف الشعير أكساد176 (أ) وصنف الشعير رم (ب)
31	شكل(10). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي تراكم الكلوريد [$mgClg^{-1}DW$] فـي بادرات صنف الشعير أكساد 176(أ) وبادرات صنف الشعير رم (ب)
33	شكل (11).تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي TRV [$mgg^{-1}DW$] (أ) ومحتوي البرولين[$\mu gg^{-1}FW$] (ب) في الحبوب النابتة لصنف الشعير أكساد 176
34	شكل (12) . تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي TRV [$mgg^{-1}DW$] (أ) ومحتوي البرولين [μgg^{-1} FW](ب) في الحبوب النابتة لصنف الشعير رم
41	شكل (13). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي محتوي السكريات المتعددة [ملجرام جلوكوز/ جم وزن جاف] في الحبوب النابتة لصنف الشعير أكساد 176 (أ) و صنف الشعير رم (ب)

List of abbreviations قائمة الإختصارات

الاختصار	الاســــــــم
GSA	Glutamic - γ – semialdehyde
P5CS	Pyrroline -5- Carbxylate Synthetaseo
P5C	Δ^1 - Pyrroline - 5 – Carboxylate
NADPH	Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate,
ATP	Adenosine Triphospate
DRV	Direct Reducing Value
TRV	Total Reducing Value
(EC)	Electrical Conductivity
(ECe)	Electrical Conductivity of extract
(dSm^{-1}**)**	Decisiemens per meter
(mmhos cm^{-1})	milimhos per centimeter
Z	حجم نترات الفضة المستعملة في المعايرة. Volume of slever nertrate uses in titration.
BSA	Bovine Serum Albumin
G R	Growth Rate
Ψ_w	Water Potential
Ψ_s	Osmosis Potential
Ψ_p	Presure Potentia
Y	Yield Threshold

قائمـــــــة الملاحق Appendices

الملحق	الصفحة
الملاحـــــــــــــــــــــــق Appendices	
الملحـــق (1) دراسة الإنبات Study Germination	70
الملحق (2) متوسط اطوال الجذور Length of root	71
الملحق (3) إمتصاص الما Water absorption	72
الملحق (4) تراكم الكلوريدChloride accumulation	73
الملحق (5) محتوى السكريات الذائبة المختزلة الكلية TRV	74
الملحق (6) محتوى السكريات الثنائية Sucrose	75
الملحق (7) محتوى السكريات الذائبة المختزلة DRV	76
الملحق (8) تراكم البرولين Proline A accumulation	78
الملحق (9) محتوي السكريات المتعددة Polysaccharides content	79
الملحق (10) محتوي البروتين Protein content	80

الخلاصة
Abstract

أجريت هذه الدراسة لمقارنة صنفين زراعيين من الشعير هما أكساد 176 و رم خلال مرحلة الانبات لتحديد الصفات المرتبطة بتحمل الملوحة تحت درجات الحرارة المختلفة. استعملت في الدراسة الحالية خمسة محاليل ملحية من كلوريد الصوديوم بمستويات (0، 10، 20، 30 و 40 ديسي سيمنز/ متر (dSm^{-1}) و ثلاث درجات حرارية (15، 20 ، و 25 ^{o}م). كان الصنف الزراعي أكساد 176 أكثر تحملاً للملح من الصنف الزراعي رم خلال مرحلة الإنبات، حيث أعطى الصنف أكساد 176 نسة عالية من الإنبات وجذيرات أطول وأكثر احتواءً للماء من الصنف رم عند كافة الدرجات الحرارية المدروسة. كذلك وُجدت قيم عالية منTRV (القيمة الاختزالية الكلية) ومكوناتها (القيمة الاختزالية المباشرة "DRV" والسكروز) في معاملة المقارنة والتي تأخذ بالنقصان التدريجي حتى المستوى العالي من الملح (40 ديسي سيمنز/ متر). ولكن السكروز قد مثل الجزء الأعظم من السكريات الذائبة في الحبوب النابتة لصنفي الشعير وخصوصاً عند درجة الحرارة 15 ^{o}م. حوى الصنف أكساد 176 كمية أكبر من السكروز مقارنة مع الصنف رم، والذي قد يكون منح الصنف أكساد 176 ميزة مقاومة الملح. كذلك تراكم البرولين بكميات كبيرة في الحبوب النابتة المعرضة لمستويات من الإجهاد الملحي، وقد ترافق ذلك هبوط قيمة TRV. راكم الصنف أكساد 176 برولينا أكثر من الصنف رم، والذي يساهم بفاعلية في عملية الضبط الازموزي تحت الإجهاد الملحي للصنف أكساد 176 مما للصنف رم والذي قد يمنح صفة تحمل الملوحة للصنف الاول. تشير النتائج بوضوح على إن الإجهاد الملحي قد سبب تأثيراً كبيراً في تحلل السكريات المتعددة والبروتين. وكان معظم التحلل لتلك المواد المختزنة في معاملة المقارنة والذي يأخذ بالنقصان التدريجي حتى مستوى ملوحة 40 ديسي سيمنز/ متر. وعلاوة على ذلك فان تحلل المواد المختزنة كان أكبر في الصنف أكساد 176 مما في الصنف رم، مما يعطي مواد ذائبة من سكريات وبرولين للحفاظ على الضبط الازموزي.

لابد من إجراء دراسات أخرى تشمل مقارنات بين الأصناف في مراحل النمو والتطورالأخرى والتي تشمل الإنتاجية. ويمكن أن تشمل تلك الدراسات النشاط الانزيمي الخاص بايض البرولين والكربوهيدرات مثل إنزيم الفا أميليز α-amylas وأورنثين أمينو ترانس فيريز α ornithine aminotransfearse فضلا عن التراكم الأيوني ومحتوى صبغات البناء الضوئي مثل قياس

مستوي الكلورفيل وذلك بعد زيادة مدة الإنبات عشرون يوماً، وتقدير الكتلة الحيوية (Biomass) في هذه الأصناف ومعايير النمو المختلفة من دراسة عمليات الإنقسام الخلوي والإتساع الخلوي وغيرها.

الفصل الأول

المقدمة واستعراض المراجع

INTRODUCTION AND LITERATURE REVIEW

1-1 المقدمة Introduction

تتعرض المنطقة العربية إلى ظروف بيئية قاسية من حرارة وجفاف وملوحة والتي تسبب هبوطاً كبيراً في إنتاجية الكثير من المحاصيل الحقلية، كما أنَ الموارد المائية آخذة بالنضوب، فضلاً عن إنحسار الأراضي الصالحة للزراعة حيث إزدادت الملوحة لدرجة كبيرة والتي إذا تزامنت مع إرتفاع معدلات درجات الحرارة والذي من شأنه تهديد الزراعة والإقتصاد الزراعي في بلدان منطقة الشرق الأوسط تهديداً كبيراً. ومن الحقائق التي باتت معروفة بأنَ حصة المواطن العربي من المياه هي الأدنى عالمياً، فإن الحالة تستدعي العمل الجاد من أجل استنباط أصناف زراعية جديدة والتي يمكنها التكيف مع الظروف البيئية الحالية والمستقبلية. ومن المسلمات المعروفة بإنَ الإجهادات البيئية من حرارة وملوحة وجفاف تسبب سلسلة من الإضطرابات الأيضية خلال المراحل المختلفة من النمو والتطور لكثير من أنواع النباتات بضمنها المحاصيل الحقلية. تلك الإضطرابات إنِما تأتى نتيجة للتغيرات في قيم الجهد المائي Ψ_w ومكوناته (الجهد الازموزي Ψ_s وجهد الضغط Ψ_p) في خلايا النبات، حيث تهبط قيم تلك المكونات (تحت تلك الظروف) والتي تؤدي إلى هبوط في الأنشطة الفسيولوجية والكيموحيوية وبالتالي تقود إلى تغيرات في معدل الإنبات و النمو الخضري والإنتاجية. وتعد مرحلة الإنبات والبادرات من المراحل المهمة والضرورية في التأثيرعلي إنتاجية النباتات (Norlyne, 1980)، وهذه المراحل يمكن الإعتماد عليها في تقييم الأصناف الزراعية في مقاومتها لمختلف الظروف البيئية المتطرفة (Epstein *et al*., 1980; Yasseen and Al-Omary, 1994).

2-1 الملوحة وأهميتها Salinity and its Importance

تُعد الملوحة من أقدم المشكلات التي واجهت البشرية والتي لا زالت تؤرق بال المهتمين بالأمن الغذائي العالمي. وتقول المراجع العلمية أنَ من أحد أهم أسباب إنهيار الإمبراطورية السومرية في بلاد مابين النهرين(Mesopotamia) هو زيادة ملوحة التربة وهبوط الإنتاج الزراعي وعزوف المزارعين في ذلك الوقت من زراعة نبات القمح إلى نبات الشعير الأكثر تحملاً للملوحة. ويبدو أنَ الإنسان قد أدرك في وقت مبكر إختلاف النباتات في تحملها للملوحة (Epstein, 1976). وقد ذكر (Epstein et al., 1980) مقوله مشهورة تؤكد ذلك وهي أنَ:

" مشكله الملوحة قديمة لكنها تتطلب وسائل معاصرة وإبداعية"

"The problem of salinity is an ancient one but it demands" contemporary and innovative approaches

عند وضع تعريف علمي للملوحة يمكن القول بأنَ هذه المشكلة تعني وجود تركيزات عاليـــة من الأملاح الذائبة في محلول التربة حيث وجود أيونات الصوديوم والكلوريد والكبريتات والكربونات وغيرها من شـــأنه أنْ يؤثر سلبياً في نمو معظم النباتات. وتُقدر الملوحة وفق المقاييس الحالية بوحدة التوصيل الكهربائي* dSm^{-1} (ديسي سيمنز للمتر)، حيث تُعد التربة مالحة إذا وصل التوصيل الكهربائي لمستخلص التربة المشبعة (ECe) إلي 4 عند درجة 25 درجة مئوية. وهذه الحالة تُوجد في بلدان كثيرة من العالم في قارات أُستراليا وأمريكا وأفريقيا وآسيا (Guerrero-Rodriguez, 2006).

* **التوصيل الكهربائي**: **تُعد طريقة قياس التوصيل الكهربائي للمحاليل الملحية أو مستخلص التربة المشبعة من الطرق المعتمدة والموثوقة لتحديد قوة المحلول. وتُقاس بوحدة ديسي سيمنز لكل متر والتي تعادل وحدة مل موز لكل سم وهذه تعادل تقريباً**:

$$\mathbf{(1\ dSm^{-1} = 1\ mmhos\ cm^{-1} = (\approx 0.01\ mol\ L^{-1}\ NaCl \approx 0.06\ \%\ NaCl)}$$

(Orcutt and Nilsen, 2000).

وإذا نظرنا إلى جغرافية العالم سنجد أنَ 70% من سطح الأرض مغطى بالمياه المالحة وأنَ 43% من الأراضي قاحلة أو شبه قاحلة وأنَ نصف تلك الأراضي مالحة لدرجة كبيرة (Epstein, 1976). إنَ ملوحة التربة آخذة بالإزدياد في العالم وإنً تركيزات الملح الزائد يمكن أنْ تحول الأراضي الخصبة المنتجة إلى أراضي بور مع فقدان الكثير من خصائصها المهمة فضلاً عن التنوع الحيوي فيها. وفي الحقيقة بإنَ عملية الري في الأراضي القاحلة وشبه القاحلة تواجه تحديات جدية ذلك بسبب محدودية تجهيز ماء الري ذي النوعية العالية وأنَ الزراعة في مناطق شاسعة من العالم التي تعتمد على الري تواجه تحديات كبيرة من الترب المالحة وماء الري المالح. وإضافة إلى ذلك فإن قلة الدعم للبحث العلمي في البلدان الفقيرة والنامية، وطريقة توزيع الغذاء في العالم فضلاً عن السياسات الإقتصادية السياسية تُعد بمثابة مشكلات إضافية تزيد من الوضع المتفاقم الذي يواجه البشرية على كوكب الأرض. إنَ تأثير الملوحة على النباتات قد جذب إهتمام الباحثين المعنيين بالبيئة والفسيولوجيا والوراثة والبيولوجي الجزيئي. وأنَ الآليات التي تقوم بها النباتات النامية في البيئات المالحة كانت ومازال موضوع دراسات متعددة. إنَ تحسين إنتاجية النباتات تحت البيئات المالحة تعتمد لدرجة كبيرة على الطرق الحديثة مثل الهندسة الوراثية وتقنيات الزراعة النسيجية لإستنباط نباتات تمتلك آليات المقاومة. ومن الأمور التي لا بد من التأكيد عليها بأنَ النباتات الملحية (التي تنمو وتكمل دورة حياتها بوجود مستويات عالية من الملح تُقدَر بحوالي 300 مل مول أو أكثر) تُقدِم معلومات ذات قيمة حول

آليات مقاومة الملوحة (Adam, 1993; Orcutt and Nilsen, 2000). وإن تلك النباتات تمتلك المقدرة على التكيف لتلك الظروف حيث أنً قدرتها على الإنبات والنمو إنِما هي مبرمجة في المكونات الوراثية لها

.(Hawkesford & Buchner, 2001; Sairam & Tyagi 2004)

3-1 آليات مقاومة الملوحة Mechanisms of Salt Resistance

تُقدم النباتات الملحية مثالاً جيداً حول كيفية تعامل النبات المقاوم للملوحة مع البيئات الملحية ذلك أنَها تقوم بإمتصاص الأيونات غير العضوية بكميات كبيرة لخفض الجهد الأزموزي والمائي وبالتالي التكيف مع الظروف القاسية التي تحول دون حصول النبات على كفايته من الماء والعناصر الأساسية. وبالرغم من أنَ تلك النباتات تقوم بتراكم المركبات العضوية لأغراض شتى لكن معظم الذائبات المتراكمة هي لاعضوية. وقد فسر (Epstein, 1976) الفائدة التي يكتسبها النبات الملحي في تراكمه للأيونات غير العضوية الموجودة في بيئة النبات بالمقارنة مع الذائبات العضوية التي يقوم ببنائها مثل البرولين Proline والجلايسين بيتــان Glycinebetaine والسكريات الذائبة وغيرها، وهي كما يلي: (1) الأيونات غير العضوية متاحة بشكل ميسر للإمتصاص وهذا لايحتاج ألي تركيبات وآليات معقدة ومتخصصة، (2) حركة الأيونات غير العضوية غير مكلفة من الناحية الأيضية، (3) إنَ الإستفادة من الأيونات غير العضوية لأغراض التنظيم الأزموزي من شأنها حماية المركبات الناتجة من البناء الضوئي Photosynthates من أنْ تكون مقيدة لأغراض التنظيم الأزموزي فحسب، حيث أنً هذه المركبات ضرورية لتوفير الهياكل الكربونية والطاقة اللازمة لبناء الذائبات العضوية Organic solutes الضرورية لإستمرارية حياة النبات، (4) إنَ التنظيم الأزموزي في منطقة الجذور بوساطة الأيونات غير العضوية من شأنه تفادي الحاجة إلى الذائبات الناتجة من البناء الضوئي من المجموع الخضري ونقلها إلى الجذور. إنَ عملية نقل الذائبات عن طريق اللحاء تحتاج إلى طاقة أيضية.وقد أوضحت المراجع المختلفة من خلال الدراسات التجريبية المختلفة الآليات المختلفة لمقاومة الملوحة، والتي أكدت على أنَ هناك آليتان رئيسيتان لمقاومة الملوحة:

- **آليات تفادي الملوحة Avoidance Mechanisms**.
- **آليات تحمل الملوحة Tolerance Mechanisms**.

(Levitt, 1980; Yasseen, 1992; Yasseen, 2001; Abdel-Bari et al., 2007).

1-3-1 آليات تفادي الملوحة: والتي تشمل التكيفات التركيبية والفسيولوجية لتقليل تركيزات الملح في الخلايا. ويمكن للنباتات المختلفة أنْ تقوم بمختلف الآليات الفرعية والطرق المختلفة لتفادي الإجهاد الملحي في بيئتها وهي تشمل:

(أ) **آليات العزل Exclusion Mechanism**: وهي عملية سلبية والتي تعني أنَّها تجري بدون صرف طاقة. إنَ عملية عزل الملح الفائض يمكن أنْ تجري عند مواقع مختلفة على طول النبات.

(ب) آليات إستبعاد الملح الفائض Extrusion Mechanism: وهي عملية نشطة والتي تشمل صرف طاقة لإخراج الأملاح الفائضة من خلال شعيرات البشرة والغدد الملحية في أوراق النباتات (Yasseen and Abu - Al -Basal, 2008).

(ج) آليات التخفيف أو العصارية Dilution or Succulence Mechanism

وتشمل هذه الآلية نمو سريع للنبات وتكوين خلايا برانشيمية Parenchyma cells وإمتصاصها كميات كبيرة من الماء مما يجعل الأوراق أكثر سمكاً، ومما يساعد في ذلك غلق الثغور تحت ظروف الإجهاد.

2-3-1 آليات تحمل الملوحة: وتشمل التكيفات الفسيولوجية والكيموحيوية للحفاظ على حيوية بروتوبلازم الخلايا مع تراكم الأيونات والذائبات العضوية المختلفة. وتشمل آليات التحمل آليات فرعية أهمها:

التنظيم الأزموزي أو الضبط الأزموزي Osmoregulation or Osmotic adjustment

ويمكن تعريف هذا المصطلح على أنَه الحفاظ على التوازن المائي الموجب بين بيئة الجذور وأنسجة النبات، أو يمكن القول بأنه خفض الجهد الأزموزي والمائي لغرض إدامة وإستمرارية إمتصاص الماء. إنَ ذلك يمكن أنْ يكون من خلال تراكم الأيونات غير العضوية مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد مع الذائبات العضوية والتي تشمل السكريات الذائبة (مثل السكروز والجلوكوز والفركتوز)، والأحماض الأمينية مثل البرولين ومركبات الأمونيوم الرباعية مثل جلايسين فضلاً عن مركبات أخرى مثل الأحماض العضوية. إنَ عملية الضبط الأزموزي تحت ظروف الإجهاد الملحي أو الإجهاد المائي لا يمكن أنْ يتحقق إلا على حساب إختزال النمو ذلك أنً النبات يستغل الطاقة الحيوية للحفاظ على إمتصاص الماء وإمتلاء الخلايا. وعليه فإنَ التأثير الضار للملوحة على مختلف الجوانب الفسيولوجية والكيموحيوية يمكن أنْ يتأتى من عمليات الضبط والتنظيم الأزموزي في أنسجة النبات. كما أنَ تحمل الملوحة يمكن أنْ يرتبط جزئياً على الأقل من خلال إستجابة الجهد المائي ومكوناته في أنسجة النبات للملوحة في

وسط النمو. وأنَ إختلاف النباتات في عملية تحقيق الضبط الأزموزي يمكن أنْ يفسر الإختلافات في تحمل الملوحة (Epstein, 1976; Yasseen, 1983; Abdel-Bari et al., 2007).
وهناك عدد من الآليات الاخرى التي من خلالها تتحمل النباتات الإجهاد الملحي وتشمل:
تحمل نقص العناصر والسمية Tolerance of nutrient deficiency and toxicity وتحمّل الصعق الملحي(Tolerance of primary direct strain (salt shock.

إستعراض المراجع

Literature Review

1-4 الجوانب الفسيولوجية Physiological Aspects

إنَ هبوط النمو والإنتاجية إنما يتأتى من جملة التأثيرات المختلفة للملوحة على مختلف الجوانب الفسيولوجية والكيموحيوية. ومما هو معروف بأنَ ملوحة التربة تؤثرفي نمووتكوين النبات وإنتاجيته في مختلف المراحل (Yasseen, 1983; Yasseen et al., 1987a; Yasseen et al., 2006). يُعد هبوط النسبة المئوية لإنبات البذور لمختلف أنواع المحاصيل من الإستجابات العامة حينما تتعرض تلك البذور الى إجهاد ملحي أعلى من 10 ديسي سيمنز/ متر(dSm^{-1}). ويؤثر كلوريد الصوديوم في الإنبات بطريقين رئيسيين هما: (1) التأثيرات الأزموزية Osmotic effects وذلك بإنقاص القدرة في إمتصاص الماء، (2) التأثيرات الأيونية الخاصة Specific ion effects والتي يمكن أن تشمل التأثيرات السامة والتي تنجم عن تراكم الكلوريد والصوديوم (Waisel, 1972; Yasseen, 2005). تلك التأثيرات بنوعيها تسبب تأثيراً سلبياً في عمليات النمو(عمليات الإنقسام الخلوي وعمليات الإتساع الخلوي)
(Yasseen, 1983 ; Yasseen et al., 1987b; Yasseen et al., 1989) ، والتي يمكن أن تؤدي إلى خفض النسبة المئوية للإنبات من خلال تأثيرها في نمو جنين البذرة (Jennings, 1976; Naseer, 2000; Kaya et al., 2008). ويعود سبب هبوط عمليات الإنقسام الخلوي إلى هبوط في دالة الإنقسام المايتوزي (Mitotic Index, MI)، وإيقاف الخلايا المنقسمة في مرحلتيG1 وG2 فضلاً عن إختزال عمليات بناء وتضاعف الحامض النووي DNA (Nieman, 1965; Davydova, 1981; Rost, 1977; Sheoran and Garg, 1978; Yasseen, 1992). أما هبوط عمليات الإتساع الخلوي تحت ظروف الإجهاد الأزموزي فإنها تؤدي إلى إختزال حجم الخلايا (Yasseen et al., 1987a, b; Yasseen and Al-Omary, 1994; Yasssen and Al-Maamari, 1995; Alhadi et al., 1999).

ويمكن وصف عملية الإتساع الخلوي من خلال المعادلة الآتية:

$$GR = m(\Psi p - Y)$$

GR = معدل النمو

m = امتطاطية الجدار

Ψ_p = ضغط الإمتلاء

Y = عتبة الضغط الإبتدائي (Yield threshold)

وهو يمثل ضغط الجدار الذي دونه لا تحدث إستطالة أو أنه الضغط الذي دونه تفشل الخلية في الإتساع الخلوي (Hopkins and Hüner, 2004; Taiz and Zeiger, 2006).

وتؤثر الملوحة على جميع أو بعض تلك المتغيرات، فيمكن أن ينقص ضغط الإمتلاء وامتطاطية الجدار كما تزداد قيمة عتبة الضغط الإبتدائي (Nilsen and Orcutt, 1996; Orcutt and Nilsen, 2000) وهذه التأثيرات قد تكون جزء من أسبابها تغيرات في المكونات الكيميائية للجدار الخلوي (Zwiazek, 1991; Yasseen, 1992) والتي تشمل السيليلوز والهيميسيليولوز والبكتين (Sakurai et al., 1987a, b; Yasseen, 1992). إنَ التغيرات الحاصلة في تلك المكونات لابد وأن تؤثر في نمو أعضاء النبات وبالتالي في إنتاجيته (Levitt, 1980; Yasseen, 1983; Nilsen and Orcutt, 1996; Orcutt and Nilsen, 2000; Yasseen, 2001). وبصورة عامة فإنه يمكن تقييم إستجابة النباتات للإجهاد الملحي من خلال نمو النبات والتوازن الأيوني والضبط الأزموزي أو التنظيم الأزموزي بوساطة الأيونات غير العضوية والذائبات العضوية المتناغمة مع الإجهاد Compatible organic solutes، غير أنَ العلاقات المائية للنبات نادراً ما تستعمل لغرض تقييم إستجابة النبات للملوحة. ويمكن القول بأنَ التأثير الأزموزي الناجم عن الملوحة قد يسبب إضطرابات في التوازن المائي والذي يشمل إختزال الجهد المائي وهبوط النمو فضلاً عن غلق الثغور وإختزال عملية البناء الضوئي (Poljakoff – Mayber, 1982; Yasseen, 2005). ويُعد الجهد المائي Ψw من أكثر المتغيرات التي تُمثل الحالة المائية للنبات (Poljakoff – Mayber and Gale, 1975)، وقد أوضحت الدراسات إختزال الجهد المائي ومكوناته (الجهد الأزموزي والجهد الضغطي) تحت ظروف الملوحة والجفاف (Yasseen, 1983, 2005). إن تلك التغيرات في الحالة المائية للنبات تحت ظروف الإجهاد الملحي لا بد وأنْ تنعكس على مختلف جوانب النمو من عمليات النمو السابقة الذكر.

1-4-1 تأثير الملوحة والحرارة في عملية الإنبات

Effect of Salinity and Temperature on Seed Germination

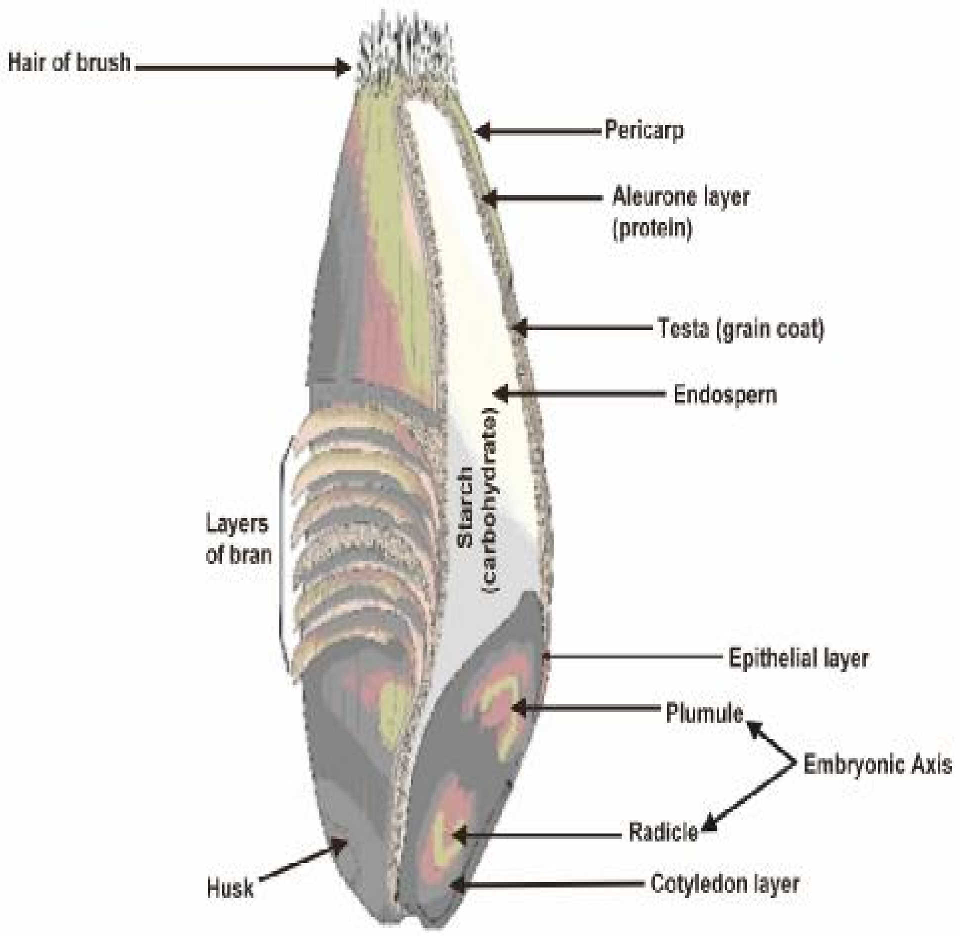
مما هو معروف أن الملوحة والحرارة فضلاً عن الجفاف من العوامل الرئيسة التي تؤثر في نمو وإنتاجية النباتات ليس فقط في منطقة الشرق الأوسط فحسب وإنما في كافة مناطق العالم. فقد كان التداخل بين درجة الحرارة والملوحة في إنبات ونمو الكثير من المحاصيل الحقلية مدار بحوث ودراسات منذ النصف الثاني من القرن المنصرم.

فقد درس (Odegbaroo and Smith, 1969) و (Francois and Goodin, 1972) تأثير الحرارة والملوحة في إنبات الخس والبنجر السكري على التوالي، ووجدوا أنَ درجة الحرارة تؤثر في مقدار التثبيط الحاصل للإنبات بسبب الملوحة. وقد إستنتجت تلك الدراسات المبكرة أنَ درجات الحرارة المنخفضة تخفف من التأثير السمي للملوحة. ويبدو أنَ سمية الأملاح تزداد كثيراً مع إرتفاع درجات الحرارة (Levitt, 1980; Yasseen et al., 2006). وقد دُرس تراكم الكلوريد في البذور النابتة تحت تأثير كلوريد الصوديوم ودرجات الحرارة المختلفة في بعض النباتات مثل نبات العصفر Safflower (*Carthamus tinctoriusL.*) ونبات القمـــح المحلي (دوحة) Wheat (*Triticum aestevum L.*)، حيث وجدوا أن الكلوريد يتراكم بكميات كبيرة مع إرتفاع درجات الحرارة عند مختلف مستويات الملوحة (Yasseen et al., 1988)، حيث كان الصنف الأول متفوقاً على الثاني في النسبة المئوية للإنبات وبزوغ البادرات، كما كانت مساحة الورقة الأولية في الصنف نيومار أكبر منها في الصنف أسود تحت كافة مستويات الملوحة ودرجات الحرارة المدروسة. وقد فُسر ذلك على أساس عدد الخلايا الأكبر في الورقة الأولية للصنف الأول عنه في الثاني. وقد يكون سبب التأثير الضار لإرتفاع درجة الحرارة في النمو عند مستويات الملوحة المختلفة هو ما ينتج عنه من إنخفاض إضافي للجهد المائي ومكوناته والذي من شأنه مضاعفة الضرر الحاصل في عمليات النمو (Yasseen, 1982; Yasseen et al., 2006; Naseer, 2000).

1-5 الجوانب الكيموحيوية Biochemical Aspects

تحوي الحبوب لنباتات القمح والشعير والذرة وغيرها مواد مختزنة مهمة مثل النشاء في الأندوسبرم Endosperm والبروتين في الطبقة الأليرونية Aleurone layer (شكل 1.) وتعتمد الحبة أثناء عملية الإنبات على هذه المواد في تغذية الجنين. وخلال عملية الإنبات تقوم الإنزيمات بهضم المواد المختزنة وتحليلها إلى مكونات ذائبة تساهم في نمو الجنين فضلاً عن توفير مادة الطاقة اللازمة لعمليات البناء. إنَ التغيرات الحاصلة في المواد المختزنة تحت

ظروف الإجهاد الملحي والمائي جديرة بالدراسة خصوصاً تلك التي تساهم في خفض الجهد الأزموزي والجهد المائي لإدامة إمتصاص الماء تحت تلك الظروف فضلاً عن الوظائف الأخري.



شكل (1). مقطع طولي في حبة الشعير يوضح أهم الأجزاء الرئيسة.

1-5-1 تراكم البرولين والتغيرات في السكريات الذائبة

Proline Accumulation and Changes Solublesugars

يُعد تراكم البرولين والأحماض الأمينية الأخرى مثل أرجينين وجلوتامين وجلايسين والأورنثين والفينايل ألانين وهيدروكسي برولين تحت ظروف الجفاف والملوحة فضلاً عن التطرف في درجات الحرارة من الإستجابات العامة (Yasseen, 1992; Raymond and Smirnoff, 2002; Song et al., 2005). لقد إكتسب البرولين الأهمية الكبيرة خلال العقود الأربعة السابقة حيث دلت الكثير من الأبحاث بأن هذا المركب يتراكم في أنسجة النباتات المختلفة سواءً كانت نباتات سكرية (Glycophytes) أو ملحية (Halophytes) (Stewart and Lee, 1974; Paleg and Aspinall, 1981; Orcutt and Nilsen, 2000; Yasseen and Al-Thani, 2007). وكانت الإستنتاجات المبكرة لأهمية تراكم البرولين بأنه يساهم في خفض الجهد الازموزي Ψs بعملية تدعى الضبط الأزموزي Osmotic adjustment للحفاظ على التدرج الإيجابي لإمتصاص الماء تحت ظروف الإجهاد الأزموزي والذي يمكن إعتباره كآلية تأقلمية من قِبل النباتات حتى يمكنها تحمل تلك الظروف. يُعد البرولين من الذائبات المتناغمة Compatible Osmolytes وهو ذائب معادل Counteracting solute لظروف الإجهاد حيث يقوم بتنظيم التوازن المائي لتقليل فقد الماء تحت تلك الظروف (Paleg et al., 1985; Raymond an Smirnoff, 2002; Amini and Ehsanpour, 2005).

وفي الحقيقة بأن إستنتاجات البحوث المختلفة على مدار العقود الماضية قد تباينت بخصوص دور البرولين في تحديد مقاومة النباتات لظروف الجفاف والملوحة. فبينما أكدت بحوث عديدة على إرتباط المقاومة مع التراكم كما جاء في دراسات على أصناف الشعير وأنواع النباتات الملحية وكذلك بعض أصناف من نبات الحمص علي التوالي (Singh et al., 1972; Stewart and Lee, 1974; Misra and Gupta, 2005). بينما أكدت دراسات وبحوث أخرى خلاف ذلك على نبات القمح والمنيهوت(Cassava) (Yasseen, 1983; Sundaresan and Sudhakaran, 1995). وقد أكدت بحوث عديدة على عدم ربط تراكم البرولين مع مقاومة النباتات لظروف الإجهاد الأزموزي (Liu. and Zhu, 1997; Lutts et al., 1999). إن عملية بناء الذائبات لإنجازعملية الضبط الأزموزي أو التنظيم الأزموزي

تحتاج طاقة كبيرة، فمثلاً عملية بنـــاء جزيء واحـــد من البرولين عن طـــريق مسار الجلوتامـــات (شكل 2.) تحـــتاج جــزيء واحـــد من ATP وجزيئـــين مـــن NADPH

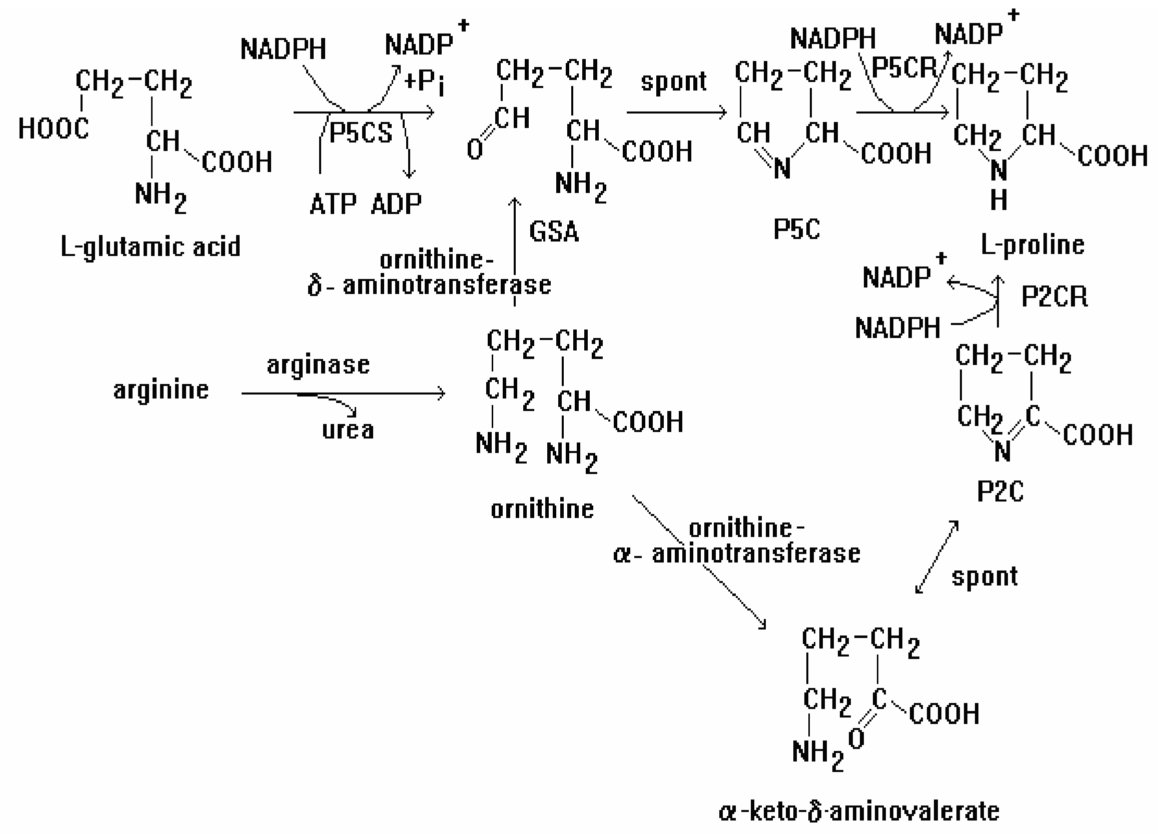
(Paleg and Aspinall, 1981). وعليه فان تحقيق الضبط الأزموزي يكون على حساب هبوط النمو، حيث أن نقص قيمة الجهد الأزموزي والجهد المائي ومباينجم عن ذلك من الحفاظ على إمتصاص الماء وضغط الإمتلاء من شأنه أنْ يقيد ذائبات عضوية مهمة دون جعلها تساهم في عمليات البناء. وقد أكدَ عدد من التقارير بأنَ التأثيرات الضارة للملوحة والإجهاد المائي إنما تتأتى من تبعات عملية الضبط الأزموزي والتنظيم الأزموزي (Bernstein, 1963; Jefferies, 1981; Yeo, 1983; Yasseen, 1992; Abdel-Bari, et al., 2007). وقد أستنتج بعض الباحثين بانَ تحمل الملوحة قد يكون جزئياً مرتبط بإستجابة الجهد المائي ومكوناته لملوحة وسط النمو(Yasseen,1983). ويمكن تلخيص الادوار الفسيولوجية والكيموحيوية للبرولين خلال الإجهادات المائية والملحية: (1) المساهمة في عملية التنظيم الأزموزي، (2) إدامة امتلاء الخلايا والتمييه للمركبات البروتينية، (3) حماية النشاط الإنزيمي والتراكـــيب الخلويـــة، (4) مصدر للمجامـــيع الأميـــنية والطاقـــة بعد زوال تأثـــير الإجهـــاد، (5) مصرف للمركبات النيتروجينة

(Paleg and Aspinall, 1981; Yasseen, 1992; Thirry et al., 2004; Kavi Kishor et al., 2005). أما مصدر البرولين خلال ظروف الإجهاد المختلفة فيمكن القول بإن تسريع عمليات البناء من المنشآت المعروفة مثل الجلوتامات (Glutamate) والأورنيثين (Ornithine) كما في الشكل (2)، فضلاً عن فقدان السيطرة الرجعية على هذا البناء. كذلك فان تسريع هدم البروتين وتثبيط بناءه قد يساهم في تراكم البرولين فضلاً عن هبوط في أكسدته في المايتوكوندريا (شكل 3) قد تكون من العوامل المهمة في تراكمه

(Paleg and Aspinall, 1981; Yasseen, 1992; Kavi Kishor et al., 2005) . وخلال عملية الإنبات فان مصدر البرولين المتراكم خلال ظروف الإجهاد يكون من خلال نتائج تحلل المواد المختزنة. فعلى سبيل المثال، أستنتج بعض الباحثين بأنَ سرعة تحلل البروتين في حبوب القمح وسرعة حركة البرولين من الأندوسبرم الى المحور الجنيني قد يكون السبب الرئيسي في تراكمه(Rao and Nainawatee, 1980; Yasseen et al., 1989). ولكن دراسات أخرى قد أستنتجت بأنَ الكربوهيدرات قد تكون من المصادر المهمة في تزويد أنسجة النبات بالهيكل الكربوني لبناء البرولين. فمثلاًعندما تتحلل الكربوهيدرات إلى أحماض

عضوية مثل ألفا - كيتو - جلوتاريك (α-Keto-Glutaric acid)، والذي يمكن أن يتحول إلى حامض الجلوتاميك بتفاعلات نقل مجاميع أمينية (Transamination reactions)، ومايعقب ذلك من تفاعلات لبناء البرولين في المسار الخاص بذلك (مسارالجلوتامات) أو من مسار الأورنثين الذي ينشط خلال المراحل الأولية من حياة النبات، وأظهر الأنزيم الرئيسي في هذا المسار(Ornithine α- aminotransferase) نشاطاً كبيراً خلال المراحل المبكرة من نمو وتطور النبات (Roosens *et al*., 1998) والذي يكون أكثر نشاطاً في الأنظمة النباتية الحاوية على مواد نيتروجيية كبيرة

(Paleg and spinall, 1981; Chang and Lee, 1999; Kavi Kishor *et* al., 2005).

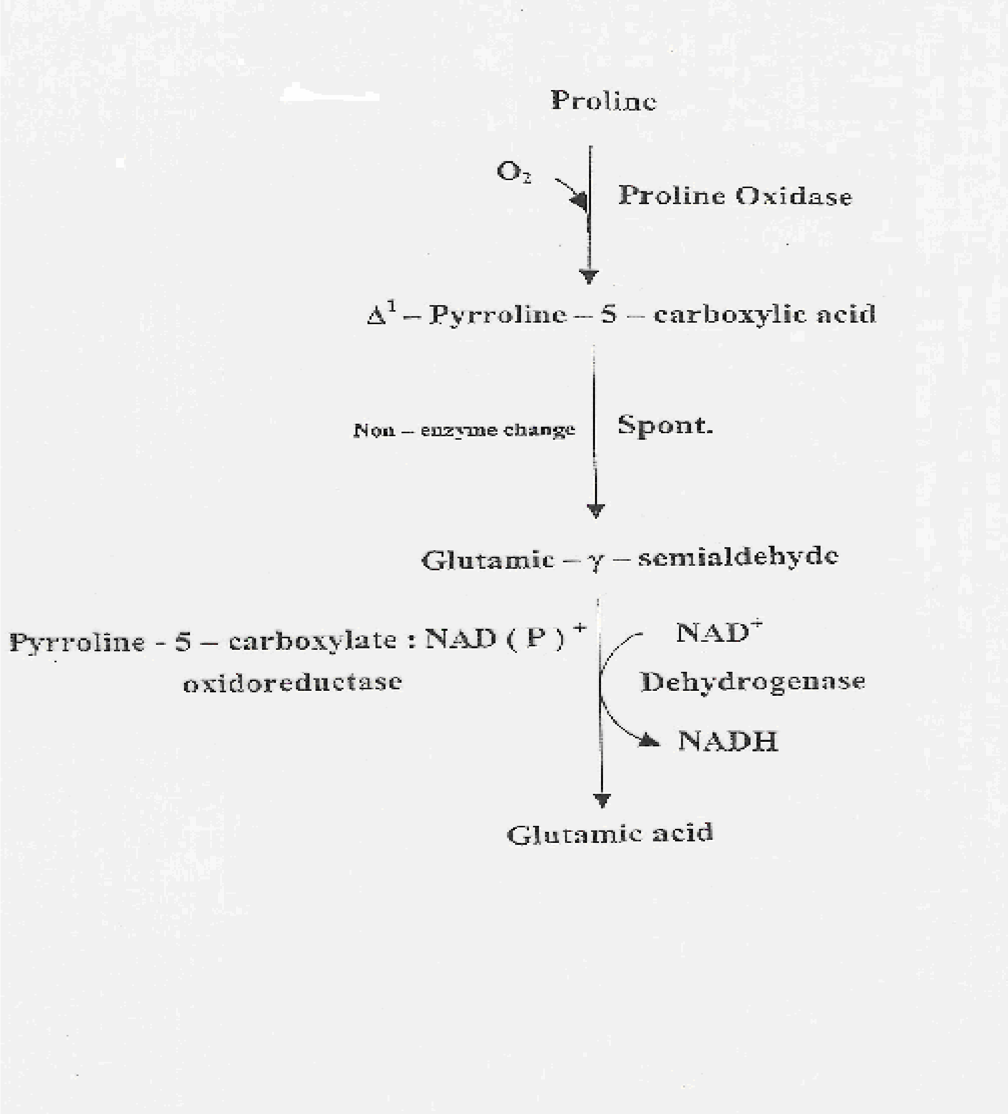


شكل (2). المساران الرئيسان لبناء البرولين، مسار الجلوتامات ومسار الأورنثين. يلاحظ أن مسار الجلوتامات يحتاج الى جزيئتين من NADPH وجزيئة من ATP ، أما مسار الأورنثين فيحتاج الى جزيئة واحدة من NADPH

(GSA) ⟶ Glutamic - γ - semialdehyde

P5CS ⟶ pyrroline -5- carboxylate synthetase

P5C ⟶ Δ^1 - pyrroline - 5 - carboxylate



شكل (3). تفاعلات أكسدة البرولين في المايتوكوندريا

كما نُوقشت المصادر المحتملة للبرولين في الحبوب النابتة للقمح المحلي (دوحة) خلال عملية الإنبات تحت ظروف الإجهاد الملحي، فقد لوحظ إنخفاض كبير للسكريات الذائبة TRV وخصوصاً السكروزمع زيادة تراكم البرولين الأمر الذي يرجح دور الكربوهيدرات في توفير الهيكل الكربوني للبرولين (Yasseen et al., 2006)، فضلاً عن الدور المحتمل لتحلل البروتين في الطبقة اللاأليرونية (Rao and Nainawatee, 1981). لقد إكتسبت السكريات الذائبة أهمية كبيرة في النباتات النامية تحت ظروف الإجهاد الملحي. وبالرغم من أنَ إستجابات هذه السكريات قد أدت إلى إستنتاجات متعارضة بين العلماء، إلا أنَ السكريات الذائبة التي يمكن أنْ تتراكم أو أنْ تؤدي دوراً تحت ظروف الإجهاد الملحي قد شملت الجلوكوز والفركتوز والسكروز. وفي الحقيقة هناك ثلاثة أسباب مهمة تفسر تراكم السكريات تحت ظروف الإجهاد

وهي: (1) إضطراب في التوازن بين عملية البناءالضوئي التي تنتجها والعمليات التي تستثمر تلك المكونات. (2) تباين المقاومة الثغرية والتي من شأنها التأثير في تثبيت ثاني أكسيد الكربون بعملية البناءالضوئي. (3) الإضطراب في أيض الكربوهيدرات (Yasseen, 1992). ويبدو أن الإضطراب الحاصل في المكونات الكربوهيدراتية فضلاً عن تحول الهيكل الكربوني للمركبات النيتروجينية المختزنة في البذور إلي مركبات سكرية ذائبة وراء تراكم السكروز في بادرات نبات الحلبة تحت ظروف الإجهاد المائي (Alhadi, et al., 1997). وعليه فإن النتائج السابقة تؤكد إختلاف النباتات في إستجابة السكريات الذائبة تحت ظروف الإجهاد الأزموزي، وعليه فان مزيداً من التقصي بات ضرورياً من أجل الخروج بإستنتاج قاطع في موضوع التغييرات الحاصلة في البرولين والسكريات الذائبة تحت ظروف الإجهاد في البذور النابتة.

ومما تقدم يمكن وضع الأهداف التالية للدراسة الحالية:

1- 6 **أهداف الدراسة**

(1) تقييم مقاومة أصناف الشعيرأكساد 176 ورم للملوحة تحت درجات حرارة مختلفة في مرحلة الإنبات والبادرات ويشمل ذلك النسبة المئوية للإنبات وإمتصاص الماء ونمو الجذيرات.

(2) دراسة تراكم البرولين والسكريات الذائبة بإعتبارها متغيرات اساسية في استجابة النبات لظروف الملوحة والحرارة.

(3) توضيح دور البروتين والكربوهيدرات في تراكم البرولين خلال مرحلة الإنبات.

(4) دراسة تراكم الكلوريد في أنسجة البادرات وبيان دوره تحت ظروف الإجهاد.

الفصل الثاني

المواد المستعملة وطرق العمل

MATERIALS AND METHODS

المواد المستعملة وطرق العمل

MATERIALS AND METHODS

1-2 **المادة النباتية** Plant Material

إستُخدمت في هذه الدراسة حبوب نبات الشعـــير (*Hordeum vulgare L.*) **من** الأصناف الزراعية (ACSAD 176 and RUM) إختيرت بعناية من المركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التكنولوجيا (الرمثا).

(National Center for Agricultural Research and Technology Transfer). تراوحت نسبة الإنبات لتلك الحبوب بين 97% - 100% تحت ظروف درجة حرارة الغرفة. أُختيرت الحبوب السليمة المتساوية تقريباً في الحجم والتي عُقمت باستخدام تركيز (14-10%) من محلول الهيبوكلوريت (Hypochlorite) لمدة 2- 3 دقيقة ثم غُسلت جيدا بالماء المقطر و جُففت قبل إستعمالها (Yasseen et al., 2006).

2-2 **تحضير المحاليل الملحية** Preparation of Salt Solutions

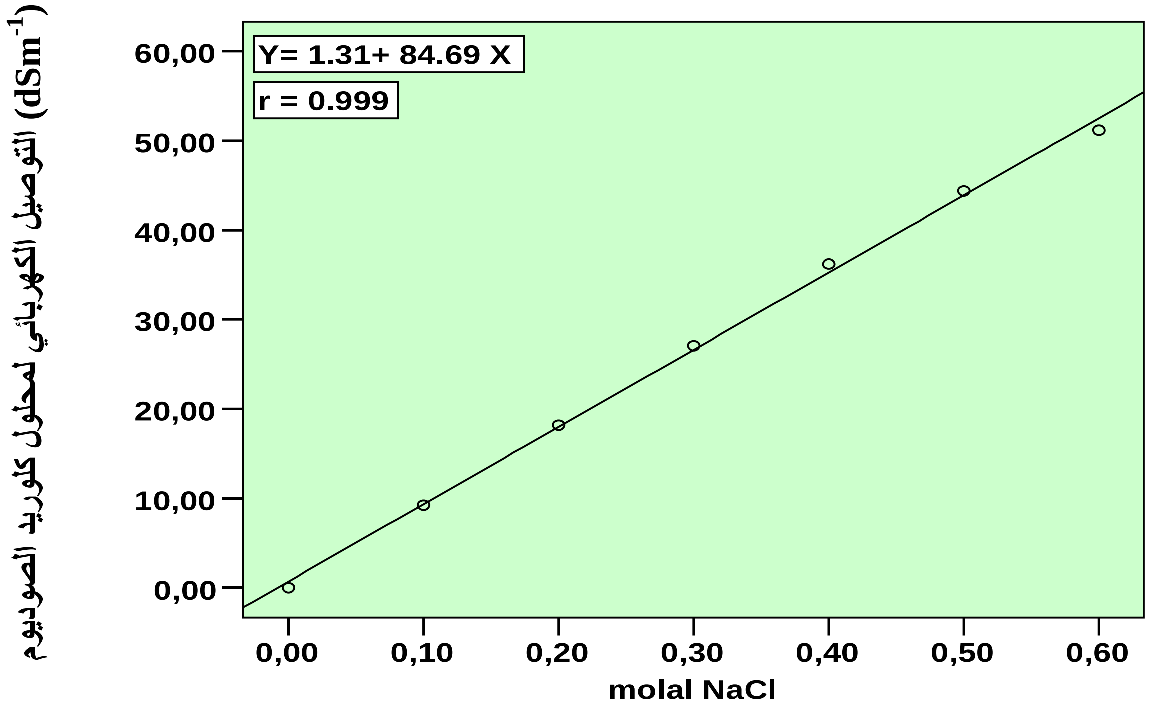
إستُخدمت خمسة مستويات من كلوريد الصوديوم NaCl في الدراسة (0 ، 10 ، 20 ، 30 و 40 ديسي سيمنز/ متر (* dSm^{-1}) . جُهزت هذه المستويات من الأملاح من منحنى معياري لتركيزات كلوريد الصوديوم مقابل التوصيل الكهربائي لهذه المحاليـــل شكل (4) وفق المعادلة :

$$Y (EC) = 1.31 + 84.96 (NaCl\ Conc.)$$

ومعامل الارتباط $r = 0.999$

قيس التوصيل الكهربائي لتـــلك المحالـــيل باستخدام جهاز قـــياس التوصـــيل الكهربائي Conductivity meter (EC Meter Model 1054) وله شركـــات مصنعـــة متعددة الجنـــسيات.

*dSm^{-1}: Decisiemens per meter (ديسي سيمنز/ متر) وهي وحدة قياس التوصيل الكهربائي (Electrical conductivity) .



شكل (4). **المنحني المعياري لتحديد التوصيل الكهربائي**
لمحاليل كلوريد الصوديوم NaCl **المستعملة في الدراسة**

3-2 **دراسات النمو والإنبات** Studies of Growth and Germination

وُضعت كل 25 حبة من أصناف الشعير المذكورة في طبق بتري قُطره 11سم مع غِطاء على طبقتين من ورق الترشيح ورُطبت بإستخدام إما 10 مل من الماء المقطر أو بإستخدام المحاليل الملحية، ثم وُضعت ورقة ترشيح على الحبوب في كل طبق، وكُررت المعاملات أربع مرات. واستعملت هذه المكررات لكافة القياسات الكيميائية اللاحقة عدا البروتين (كما سيلي توضيحه). وُضعت الأطباق في حاضنة مظلمة كهربائية (Electric incubator). عند ثلاث درجات حرارة مئوية هي (15-20-25Ċ) لمدة خمسة أيام وبعدها أُخذت القياسات التالية:

نسبة الإنبات و متوسط طول الجذيرات الجنينية للبادرات النامية، إختيرت أطول خمس جذيرات جنينية قيست بواسطة المسطرة ، وكررت القياسات أربع مرات وأُخذ المتوسط، وحُسبت النسبة المئوية لكمية الماء المُمتصة (جرام ماء / 100 جرام حبوب).

حسب المعادلة التالية:-

$$\text{جرام ماء / 100 جرام حبوب} = \frac{\text{وزن الماء المُمتص}}{\text{الوزن الأصلي}} * 100$$

(Yasseen et al., 2006)

4-2 تحديد الكلوريد Determination of Chloride

وُضعت الحبوب النامية والمغسولة بالماء المقطر في فرن عند درجة حرارة 85Ċ لمدة 3-4 أيام و بعدها طُحنت العينات بجهاز طحن. إستُخدمت طريقة الهضم الجاف بإستخدام فرن خاص (Muffle furnace) ونوعه (2000367) من شركة (J.P.Selecta.s.a). أتبعت طريقـــة (Chapman and Pratt, 1961) لقياس تركيز الكلوريد في الحبوب المعاملة. حُرقت المادة المطحونة للأصناف المذكورة بعد وزن 1 جرام من كل مكرر وإضافة 0.25 جرام من أكسيد الكالسيوم وخلطها بقليل من الماء المقطر الساخـــن لعمل عجينة مائعة. وُضعت العجينة في الفرن ورُفعت درجة الحرارة تدريجيا إلي 550°م وتُركت العينـــة في الفـــرن لمدة 90 دقيقة. وبعد تبريدها أضيف 15 مل من الماء المقطر الساخن ثم سُخنت العينة علي لوح التسخين (Hot plate) وتُركت لبعض الوقت. سُحقت بواسطة قضيب زجاجي (Glass rod) للحصول علي خليط متجانس ورُشح المزيج في دورق مخروطي سعة 150مل، غُسل الراسب بعد ذلك وهو علي ورق الترشيح خمس مرات بواسطة 10مل من الماء المقطر الساخن، ثم بُرد المحلول، قيس الرقم الهيدروجيني pH ثم عُـــدل الرقم الهيدروجيني للمحلول في حدود 7 - 6 بإضافة حامض الخليك المخفف، أُضيفت خمس قطرات من كرومات البوتاسيوم (chromate Potassium %1)، أجريت عملية المعايرة (Titration) مقابل نترات الفضة (0.05N Silver nitrate) . وأستمرت إضافة قطرات محلول نترات الفضة إلى أن ظهر أول لون أحمر ثابت . حُدد تركيز الكلوريد بإجراء الحسابات وفق المعادلة :-

$$1.775 \times Z = mg\ g^{-1}\ DW$$

Z ⟶ حجم نترات الفضة المستعملة في المعايرة.

(Yasseen et al., 2006)

ملاحظة: استعملت أربعة مكررات لقياس كافة المتغيرات الاحقة والتي تشمل الكلوريد والبرولين والسكريات المتعددة والذائبة . أما البروتين فقد عُمل بمكرر واحد وذلك لصعوبة الحصول علي 10 جرامات من العينة النباتية في تجربة واحدة فضلاً عن الوقت الذي تستغرقه كل عملية.

5-2 تحديد البرولين Determination of Proline

إستخدمت طريقة (Bates *et al.*, 1973) لتحديد البرولين وبإستعمال مقياس الطيف الضوئي (JENWAY 6105 U.V/ Vis. Spectrophotometer) ثم حُسب تركيز البرولين بإستخدام منحني عياري جُهز لهذا الخصوص.

1-5-2 إعداد المنحني المعياري Preparation of Standard Curve

حُضر محلول أصلي (Stock solution) بتركيز 100 ميكروجرام / مل من البرولين (L-Proline) من شركة (Sigma). أخذ 0.1 جم من مسحوق البرولين وأذيب في 1000 مل ماء مقطر. حُضرت سلسلة من التركيزات (0، 5 ، 10، 20 ، 30 ، 40 و 50 مايكروجرام / مل) أخذ 2 مل من محلول البرولين + 2 مل من خليط النهيدرين الحامضي (Acid - Ninhydrine) + 2 مل من حامض الخليك الثلجي (Glacial acetic acid). وُضعت أنابيب الإختبار في حمام مائي يغلي (Boiling water bath) عند درجة حرارة 100 °م لمد ة ساعة واحدة. أنهي التفاعل داخل أنابيب الإختبار في حمام ثلجي (Ice bath). جُهز أنبوب إختبار يحوي 2 مل ماء مقطر مع إضافة ذات المكونات المذكورة سابقاً بإعتبارها معاملة مقارنة. أُضيف 4 مل من التولوين (Toluene)، وحرك جيداً بواسطة جهاز الدوامة (Vortex) لفترة قصيرة (10- 5) دقيقة. أخذ الجزء الملون في تلك الأنابيب (الجزء العلوي) وقيست الإمتصاصية (Absorbance) علي الطول الموجي 520 نانومتر. ضُبط جهاز مقياس الطيف الضوئي بإستعمال معاملة المقارنة المذكورة سابقاً.

عُمــل منحني معياري (شكل 5) وفق المعادلة:

$$Y\ (\text{Absorbance}) = 0.015 + 0.0418\ (\mu g ml^{-1}\ \text{Proline.})$$

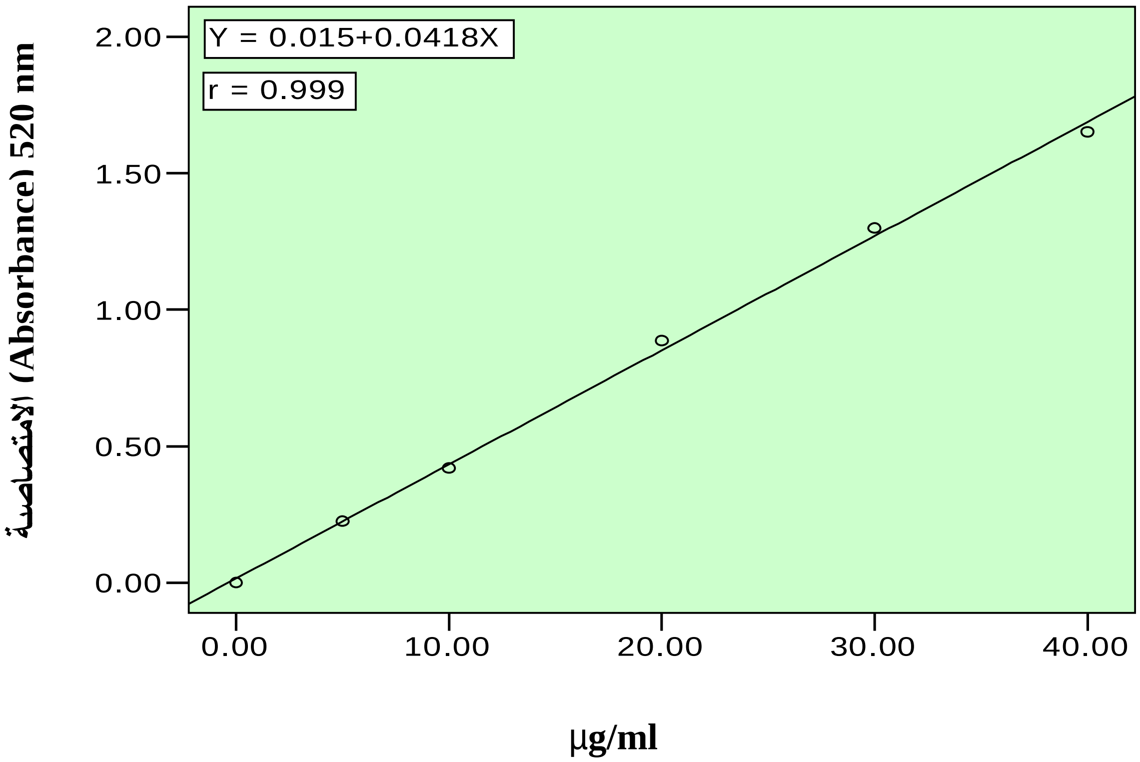
ومعامل الارتباط $r = 0.999$

وأستعملت هذه المعادلة لتحديد تركيز البرولين في العينات النباتية قيد الدراسة.

2-5-2 قياس البرولين في العينات النباتية

Proline Determination in the Plant Material

أخذ 0.5 جرام من العينات النباتــية وسُحقت في 10 مل من حامض السلفوسالسليك (3% Sulfosalicylic acid) حتى أصبحت متجانسة، ورُشح المزيج المتجانس بواسطة ورقة ترشيح قطرها 11 سم من نوع (Whatman paper No2) وأستخدم الراشح لتحديد البرولين في العينات النباتية النابتة في مستويات مختلفة من الملوحة ودرجات الحرارة. أتبعت الخطوات السابقة كما موضحة أعلاه لتحديد البرولين وإعداد المنحني المعياري. ومن الجدير بالذكر بأنَ تقدير البرولين في العينات النباتية عند مستوى ملوحة 30 و 40 ديسي سيمنز/ متر قد أجرى للحبوب غير النابتة والحبوب النابتة كل على حدة.



شكل (5).المنحني المعياري لتحديد تركيز البرولين

2-6 التحليل الكمي للسكريات الذائبة Quantitative Analysis of Soluble Sugar

هناك عدة طرق لتحديد السكريات الذائبة وغير الذائبة في أنسجة النبات وقد إستخدم إختبار نيلسون في هذه الدراسة (Nelson, 1944).

2-6-1 إعداد المنحنى المعياري Preparation of Standard Curve

حُضرت سلسلة من التركيزات (0 ، 10 ، 20 ، 40 ، 60 ، 80 و 100 ميكروجرام/ مل) من محلول أصلي 0.1 جم/ لتر من الجلوكوز Glucose (+) D من شـــركة (GCC ــ U K) أخذ 1مل من محلول الجلوكوز وأُضيف اليه 1مل من كاشف نيلسون القاعـــدي (Alkaline Nelson's reagent)، جهزت أنبوبتي إختبارلكل تركيز وحُركت جيدا. وُضعت أنابيب الإختبار في وقتٍ واحد في حمام مائي يغلي لمدة 20 دقيقة بالضبط ثم نُقلت إلي كأس زجاجي كبير يحوي ماء بارد لوقت قصير. أضيف 1مل من محلول ارسينو مولبديت (Arsenomlybdate) لكل انبوبة بعد تبريد المحلول، ثم حُركت جيداً ،ُتركت الأنبوبة لمدة خمس دقائق. يحدث ترسيب Cu_2O وتحدث عملية إختزال لإرسينو مولبديت حيث يتكون أكسيد النحاسوز نتيجة لذلك. أ ُضيف مل من الماء المقطر بعد أن ذاب أكسيد النحاسوز(Cu_2O) ومُزجت جيداً خلال الإضافة. جُهز أنبوب إختبار يحوي 1مل ماء مقطر مع إضافة ذات المكونات المذكورة سابقاً بإعتبارها معاملة مقارنة وبعد ذلك تمت قراءة الإمتصاصية علي طول موجة 540 نانومتر. أعد الرسم البياني كما في الشكل (6) والذي يربط الإمتصاصية مع تركيز الجلوكوز وفق المعادلة :

$$Y = - 0.00129 + 0.00666X\ (\mu g ml^{-1} glucose)$$

ومعامل الارتباط r = 0.999

2-6-2 تحديد السكريات الذائبة في أنسجة النبات

Determination of Soluble Sugar in Plant Tissues

أستخلصت 0.025 جرام من حبوب الشعير المعاملة الجافة والمطحونة مع 10مل من منظم البوريت (Borate buffer)، (28.9 جم كلوريد بوتاسيوم Potassium chloride + 3.5 جم هيدروكسيد الصوديوم (Sodium hydroxide 28.63 جم حامض بوريك Boric acid) في لتر من الماء المقطر الساخن وضُعت في أنابيب إختباروتُرك الخليط لمدة 24 ساعة، وبعدها وُضعت في جهاز الطرد المركزي (Centrifuge) رُشح الخليط حيث استعمل الراشح لتحديد القيمة المختزلة المباشـــرة (Direct Reducing Value (DRV وهي التي تشكل في معظمها

كل السكريات الأحادية ،والقيمة المختزلة الكلية Tatal Reducing Value (TRV) والتي تحوي معظم السكريات الذائبة من ضمنها السكريات الثنائية والذي يشكل السكروز جزءها الأعظم، وحفظت المادة المترسبة علي ورقة الترشيح لغرض التقدير الكمي للسكريات المتعددة لاحقاً .

2-6-3 تحديد كمية TRV القيمة المختزلة

أخذ 0.5 مل من مستخلص البوريت وأضـــيف 0.5 مل من إنزيم الإنفـــرتيز Invertase 1% من شركة (Sigma) وحُضنت في درجة حرارة 37°م لمدة 30 دقيقة، وبعد هضم السكروز من قبل إنزيم الإنفرتيز، إتُبعت جميع الخطوات كما في تحديد القيمة المختزلة المباشرة DRV. بعد قياس TRV حُسب تركيز السكروز وفق المعادلة:

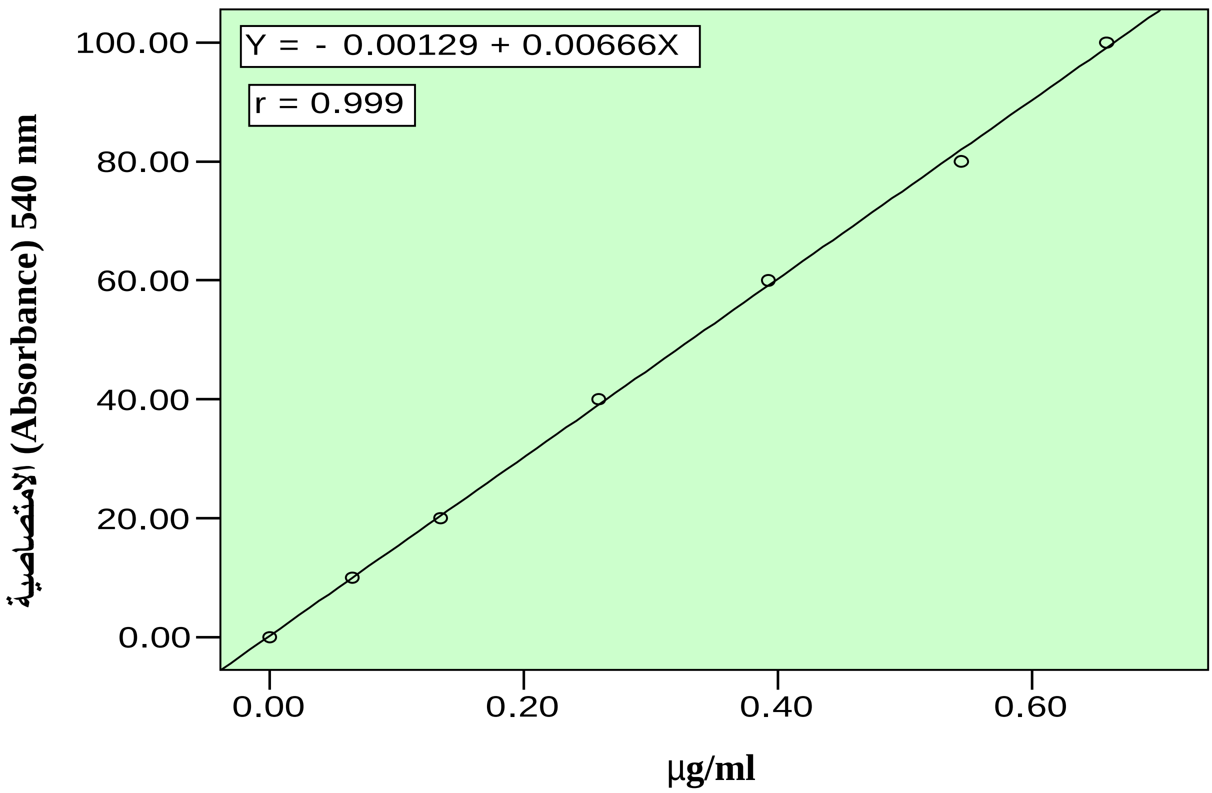
(Alhdi *et al.*, 1997 and 1999) $Sucrose = TRV - DRV \times 0.95$

حُددت كل السكريات الذائبة بدلالة الجلوكوز من خلال المنحنى المعياري المُعد في الخطوة السابقة.

2-7 **تقدير السكريات المتعددة** Determination of Polysaccharide

أخذ وزن معلوم 0.1 جرام من المادة غير الذائبة والمترسبة ونُقل الراشح إلي انابيب إختبار تحوي الواحدة منها علي 10 مل حامض الهيدروكلوريك (4N HCl) وتم هضمه بالتسخين في حمام مائي يغلي في درجة الغليان لمدة ساعتين رُشح المزيج وتمت معادلته بهيدروكسيد الصوديوم NaOH عند الرقم الهيدروجيني 7، وأكمل الحجم إلي 50 مل ثم قيست القيمة الإختزالية كما هو معروف حسب طريقة نيلسون الموضحة سابقاً

.(Alhdi et al., 1997)



شكل (6).المنحني المعياري لتحديد تركيز الجلوكوز

8-2 تحديد البروتين Determination of Protein

1-8-2 إعداد المنحني المعياري Preparation of Standard Curve

إستخدمت طريقة لوري (Lowry *et al*., 1951) وكما يلي :

حُضر محلول أصلي (Stock) من البروتين Bovine Serum Albumin (BSA) من شركة (Sigma) حيث أذيبت 0.4 جرام في قليل من الماء المقطر ثم أكمل المحلول إلي لتر في دورق حجمي (Volumetric flask) سعة 1000 مل حضرت سلسلة من التركيزات (0 ، 0.05 ، 0.1 ، 0.15 ، 0.2 ، 0.25 ، 0.3 ، 0.35 ، 0.4) ملجرام / مل من محلول أصلي 0.4 مل جرام/ مل من البروتين Bovine Serum Albumin (BSA). وجُهز الكاشف القلوي وذلك بتذويب 2 جرام من كربونات الصوديوم ($NaCO_3$) في 100 مل من هيدروكسيد الصوديوم أخذ منه 98 مل و أضيف اليه 1مل من ترترات الصوديوم والبوتاسيوم (2.7% Sodium Potassium Tertrat) وكبريتات النحاسيك المائية $CuSO_4 . 5H_2O$ 1%

أضيف 1مل من (BSA) في تسعة أنابيب إختبار، وأضيف 5 مل من مزيج الكاشف القلوي (Mixture reagent-alkaline copper solution) المحضر حديثاً. وتركت لمدة 10 دقائق في درجة حرارة الغرفة وأضيف 0.5 مل من (1N Folin ciocal) من شركة (Sigma)

وحُضنت لمدة 10 دقائق في درجة حرارة الغرفة. ظهر لون أزرق، وبعد ذلك تمت قراءة الإمتصاصية علي طول موجة 750 نانومتر. جُهز أنبوب اختبار يحوي 1مل ماء مقطر مع إضافة ذات المكونات المذكورة سابقاً بإعتبارها معاملة مقارنة. عُمل منحني معياري (شكل 7.) وفق المعادلة:

$$Y\ (Absorbance) = 0.013 + 2.145\ (mgml^{-1}\ Protein)$$

ومعامل الارتباط $r = 0.997$

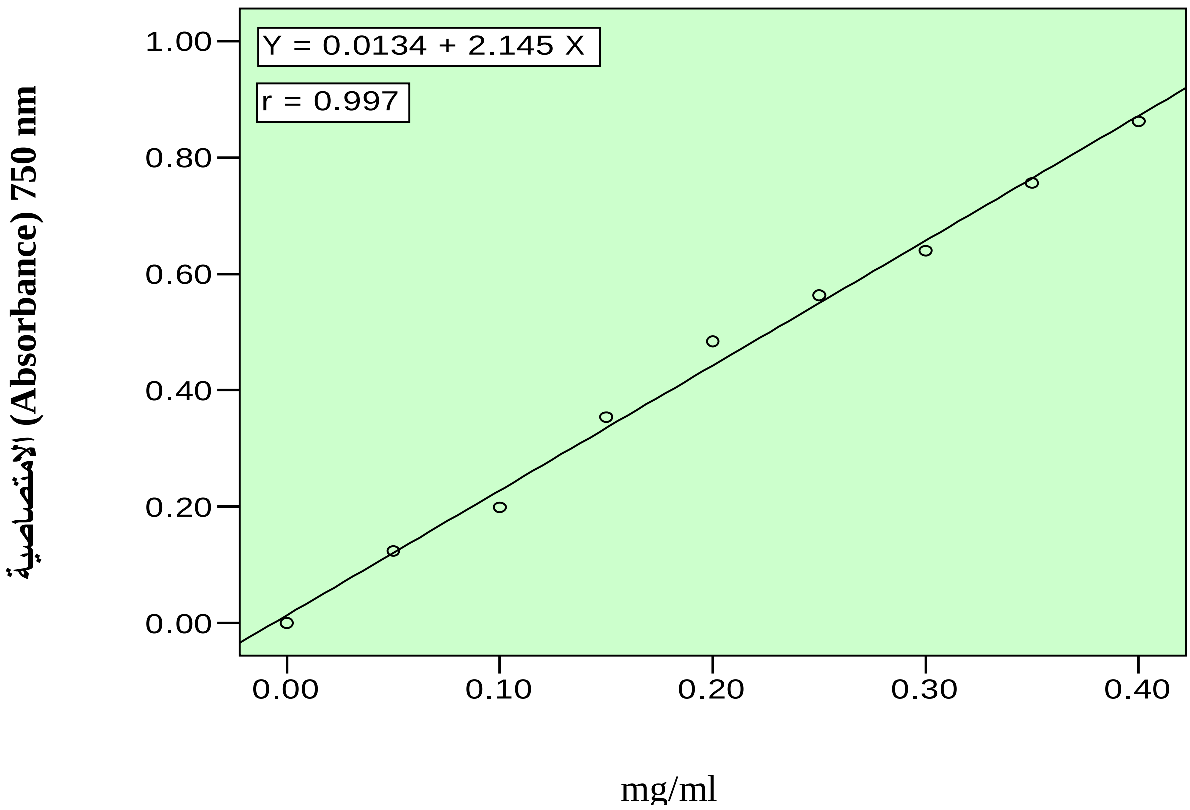
2-8-2 إستخلاص البروتين Protein Extraction

أُزيلت أغلفة الحبوب وغُسلت البادرات بالماء لإزالة أية بلورات عالقة ووضع 10 جم من البادرات في خلاط يحوي 100مل من محلول كلوريد البوتاسيوم (1M (KCl ثم خُلطت معاً لمدة ثلاث دقائق حتى أصبح الخليط متجانس. ويمكن إستعمال ماء مقطر بدلاً من KCl. إستعمل قمع بخنر (Buchner funnel) موصول بدورق بخنر (Buchner flask) سعة 250 مل - 500 مل مع مضخة لتسهيل عملية التصفية ، ورُشح الخليط عن طريق ورق ترشيح رطب قياس 70 ملم. غُسل المتبقي من الراشح بالخلاط بإستخدام 50 مل من كلوريد البوتاسيوم ثم طُحن الخليط لمدة 30 ثانية وتمت التصفية كما مبين في السابق. أُضيف 3.3 مل من Trichloroacetic acid (TCA 20%) من شركة (Sigma) المبرد، تكوًن راسب أبيض غائم ، وتُرك في الثلج لمدة 10 دقائق. ثم وُضع الخليط في جهاز الطرد المركزي لمدة 10 دقائق بسرعة 2000 g. تم التخلص من الجزء الرائق (الجزء العلوي) وأُضيف 2 مل من (1%TCA) إلي الجزء المترسب واستخدم قضيب زجاجي للتحريك وكُررت عملية الطرد المركزي كما سبق وتم التخلص من الجزء الرائق .أُضيف 5 مل من هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) 0.1 N للراسب وحُرك جيداً بإستخدام القضيب الزجاجي حتى إنحلت جزيئات المعلق وكُرر تذويب البروتين. استخدم المحلول الناتج لتحديد البروتين في العينات النباتية. أُتبعت الخطوات السابقة كما موضحة أعلاه لتحديد البروتين وإعداد المنحني المعياري

.(Gornall *et al.*, 1949)

ومن الجدير بالتنويه بأنه لم يكن من المستطاع عمل مكررات لقياس البروتين وذلك لكبر حجم العينة المطلوب قياس البروتين فيها حيث أن ذلك يتطلب كمية كبيرة من الحبوب (10 جم من الحبوب النابتة لكل مكرر) ناهيك عن التسهيلات المختبرية المحدودة من كيمياويات وغيرها فضلاًعن أن طول الفترة التي يتطلبها إستكمال كل قياس. وعليه فانه قد حُللت النتائج

على أساس مكرر واحد وفق التصميم الاحصائي الخاص بهذه التجارب وقد كُرر قياس المعاملة الواحدة أربع مرات كونها تجربة عاملية Factorial experiment.



شكل (7). المنحني المعياري لتحديد البروتين (Bovine Serum Albumin)

9-2 التحليل الإحصائي Statistical Analysis

أجريت جميع القياسات باربع مكررات في جميع الحالات لكل اختبار(عدا البروتين كما مرذكره). ولقد تم تفريغ النتائج بإستخدام البرنامج الإحصائي: تم تحليل التباين بين المتوسطات بتطبيق إختبار(Univrate (3-Way Anova) Analysis or general Liner Model) لتحديد فيما اذا كانت الفروق بين المتوسطات معنوية أم لا وذلك عند حدود ثقة 95% (Confidence Interval) وإختيرإختبار Anova لمقارنة متوسطات كل مجموعة من الحالات وإعتبرت الفروقات بين الخصائص المقارنة اختلافات معنوية ذات دلالة إحصائية إذا كانت إحتمالاتها الإحصائية أقل من مستوي الإحتمالية المحدد وهو ($P < 0.05$) أو أقل.

الفصل الثالث: النتائج

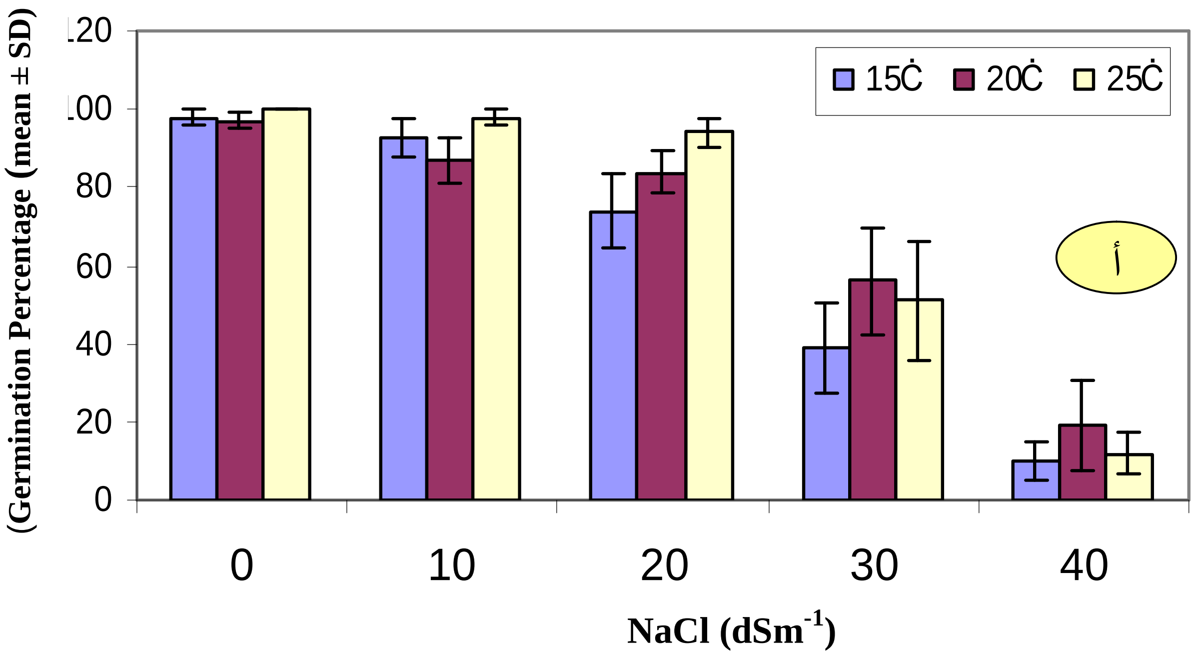
RESULTS

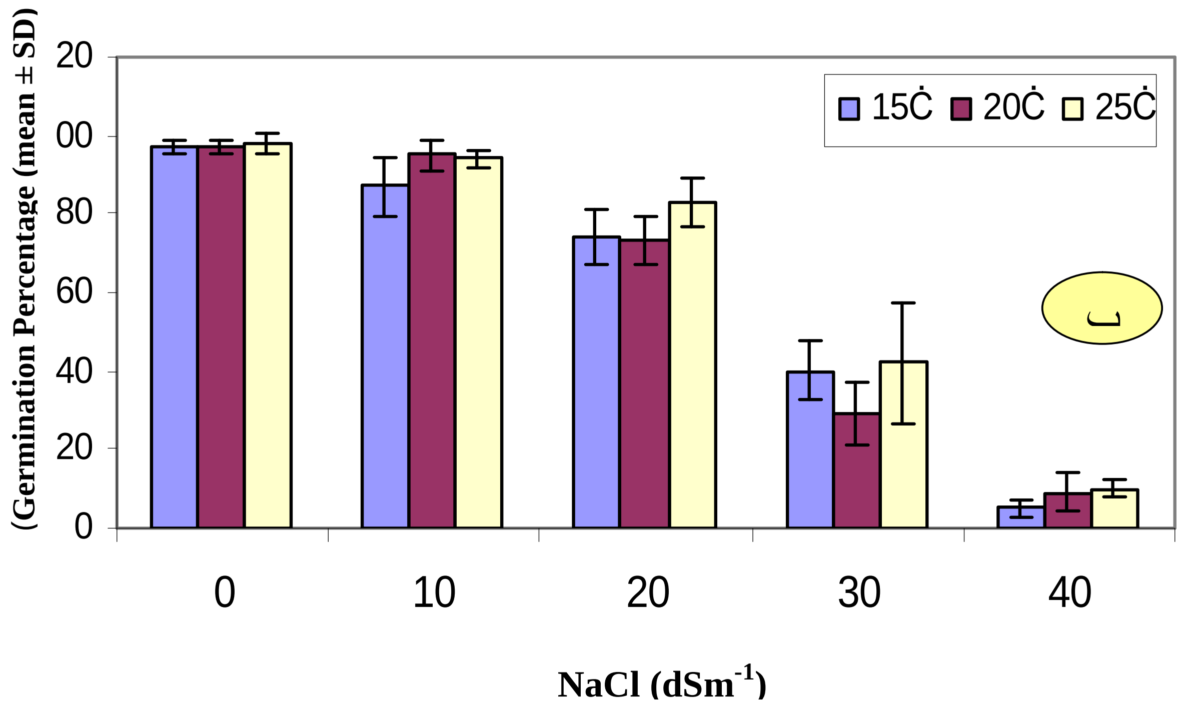
النتائج

Results

1-3 دراسة الإنبات Germination Study

أظهرت النتائج أنَ زيادة مستوى الملوحة الناجمة عن كلوريد الصوديوم في محيط الحبوب قد أدى إلى هبوط كبير في النسبة المئوية للإنبات وكان الإنخفاض في النسبة المئوية متدرجاً مع زيادة مستوي ملوحة وسط الإنبات. وقد كانت النسب المئوية الإجمالية للإنبات تحت مستويات الملوحة 0 ، 10، 20 ، 30 ، و40 ديسي سيمنز/ متر (dSm^{-1}) كما يلي: 97.8 ، 92.3 ، 80.3، 42.8 و 10.8 على التوالي، حيث أوضح التحليل الإحصائي أنً هناك فروقات دالة إحصائياً بين مستويات الملوحة، كما هو موضح في الملحق (1) والشكل (8). ويبدو أنَ النسبة المئوية للإنبات قد شهدت هبوطاً كبيراً عند مستوى ملوحة أعلى من 20 ديسي سيمنز/ متر. كما تفوَق الصنف الزراعي أكساد 176(Acsad176) على الصنف الزراعي رم (Rum) في المقارنة الإجمالية، حيث كان المتوسط الحسابي للصنف الأول 67.5 مقارنة مع 62.1 للصنف الثاني. وأكدَ هذا التفوق التحليل الإحصائي كما هو مبين في الملحق (1) حيث كانت الفروق دالة إحصائياً ($p < 0.001$). وقد أظهرت درجة الحرارة 25 °م تأثيراً محفزاً للإنبات مقارنةً مع الدرجات الحرارية الأخرى، وكانت الفروقات دالة إحصائياً مع درجة الحرارة 15 °م وكذلك مع درجة الحرارة 20 °م عند مستوي ($p < 0.001$). وقد كانت القيم الإجمالية للنسب المئوية للأنبات عند الدرجات الحرارية 15 و 20 و25°م هي 61.6 و 64.6 و 68.2 على التوالي.





شكل(8).تأثيركلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي نسبة الإنبات لحبوب صنف الشعير أكساد 176(أ) وحبوب صنف الشعير رم (ب) بعد خمسة أيام من المعاملة.
(الخطوط داخل الأعمدة تمثل الانحراف المعياري للمتوسطات)
تأثير مستويات الملوحة ودرجات الحرارة والفروقات
بين الأصناف الزراعية دالة إحصائياً ($p < 0.001$)

كما أظهرت النتائج المبينة في الجدول (1) أنَ نمو الجذيــرات فــي الحبوب الناميــة قد شهد تثبيطاً كبيراً بفعل الملوحة في محيط الحبوب، حيث أُختزلت أطوال الجذيرات لدرجة كبيرة مع زيادة مستوى كلوريد الصوديوم وكان تثبيط 50% قد حصل عند مستوى ملوحة أقل من 20 ديسي سيمنز/ متر، وكانت الفروق دالة إحصائياً ($P < 0.001$). ولم تستطع الجذيرات أنْ تنمو بوضوح عند مستويات الملوحة أكثر من 20 ديسي سيمنز/ متر حيث لم يكن بالمستطاع قياس أطوال الجذيرات عند 30 و 40 ديسي سيمنز/ متر. و يبدو أن تأثير درجة الحرارة كان واضحاً عند 15°م مقارنةً مع الدرجات الحرارية الأخري، حيث كانت المتوسطات الإجمالية لأطوال الجذيرات 9.2 ، 32.4 ، و 32.6 ملم / جذير عند الدرجات الحرارية 15، 20، و 25 °م على التوالي. وكانت الفروق بين درجة الحرارة 15°م والدرجتين 20 و 25°م دالة احصائياً ($p < 0.001$)، بينما أثبت التحليل الإحصائي أنَ الفروق بين الدرجتين 20 و 25 درجة مئوية لم تكن دالة احصائياً (الملحق 2). كذلك أعطى الصنف أكساد 176 جذيرات أطول مما أعطى الصنف رم تحت كافة مستويات الملوحة والدرجات الحرارية المدروسة، حيث كانت أطوال الجذيرات الإجمالية 26.3 و 23.2 ملم/ جذير للصنفين المذكورين على التوالي، وكانت الفروقات بينهما دالة احصائياً ($p < 0.001$) وقد يكون إختزال نمو الجذيرات في ظروف الملوحة بسبب الهبوط الكبير في القدرة على إمتصاص الماء تحت التأثير الأزموزي للمحاليل الملحية. ويوضح الشكل (9) أنَ إمتصاص الماء مِنْ قِبَل البادرات قد تأثر لدرجة كبيرة نتيجة لإرتفاع مستوى الملوحة في وسط الحبوب. وقد كانت القيم الإجمالية لإمتصاص الماء مِنْ قِبَل البادرات تحت مستويات الملوحة: 0، 10، 20، 30، و40 ديسي سيمنز/ متر كما يلي: 249.3، 179.8، 99.7، 69.9، و 56.9 جم ماء لكل 100 جم حبوب على التوالي. وكان تأثير الملوحة على إمتصاص الماء مِنْ قِبَل البادرات دالة احصائيا ($p < 0.001$).

جدول (1). تأثيركلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي متوسط أطوال الجذيرات (مللمتر/جذير) للحبوب النابتة لصنف الشعير أكساد 176 (أ) و صنف الشعير رم (ب) بعد خمسة أيام من المعاملة.
تأثـــير مســـتويات الملوحـــة ودرجـــات الحـــرارة والفروقات بين الأصـــــناف الزراعــية دالة احصـــائياً ($p < 0.001$).

(أ)

Temperature ºC			NaCl dSm-1
25	20	15	
88.4 ± 4.4	87.3 ± 3.0	25.1 ± 2.1	0
59.6 ± 3.9	59.1± 5.0	15.6 ± 2.6	10
25.0 ± 1.4	25.0 ± 2.3	5.4 ± 1.7	20
–	–	–	30
–	–	–	40

(ب)

Temperature ºC			NaCl dSm-1
25	20	15	
77.6 ± 4.9	78.3 ± 5.9	20.2 ± 0.6	0
53.1±3.6	51.1 ± 3. 2	16.0 ± 1.8	10
22.4 ±1.3	22.8 ±1.0	6.2 ± 2.3	20
–	–	–	30
–	–	–	40

_ غير قابل للقياس (2 ملم أو أقل)

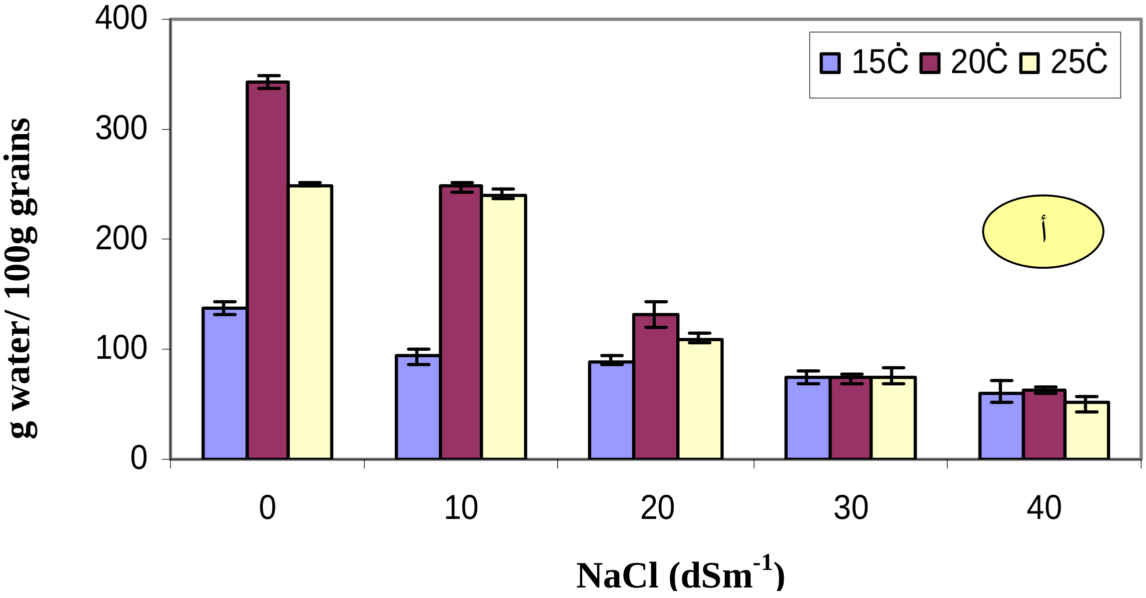
كما إختلفت درجات الحرارة في تأثيرها على ذلك الإمتصاص حيث توضح النتائج في الملحق (3) القيم الإجمالية لتأثير درجات الحرارة 15، 20، و 25 ^{o}م في إمتصاص الماء كما يلي: 93.4، 161.3 و 138.6 جم ماء لكل 100 جم حبوب على التوالي، وأنَ تأثير درجات الحرارة في إمتصاص الماء دالة إحصائياً ($p < 0.001$). كذلك إختلف الصنفان المدروسان في قدرتهما على إمتصاص الماء تحت مستويات الملوحة المختلفة ودرجات الحرارة قيد الدراسة، حيث كانــت القيم الإجماليــة لإمتصاص الماء للصنفين أكساد 176 ورم كــما يــلي:

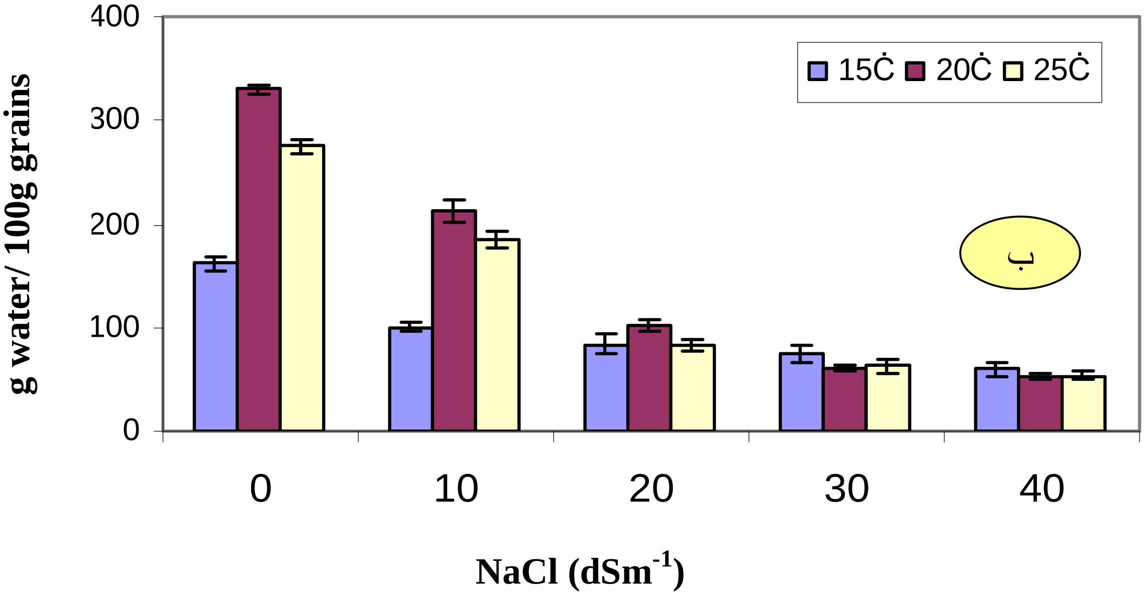
136.0 و126.2 جم ماء لكل 100 جم حبوب. وكان إختــلاف الصنفان دالــة احصائــياً ($P< 0.001$)، (الملحق 3).

2-3 تراكم الكلوريد Chloride Accumulation

قُدر الكلوريد في الحبوب غير المعاملة للصنفين وكانت النتائج كما هي فــي الجــدول (2)، حيث كان تركيز الكلوريد في الصنف أكساد 176(4.3±0.2) وفــي الــصنف رم (5.6±0.2) وهذه النتائج لاتختلف عن معاملة المقارنة (Control) في الحبوب النابتة. أمــا نتــائج تركيــز الكلوريد في الحبوب النابتة فهي موضحة في الشكل (10)، فقد تراكم الكلوريد بشكل كبيــر مــع زيادة مستوى كلوريد الصوديوم في محيط الحبوب حيث كانت الفروق بــين المعــاملات دالــة أحصائياً ($p < 0.001$)، (الملحق 4). وكان التراكم متدرجاً ومتناغماً مع زيادة تركيز كلوريــد الصوديوم. وكانت القيم الإجمالية لتراكم الكلوريد في البادرات تحت مستويات الملوحــة 0، 10، 20، 30 و 40 ديسي سيمنز/ متر كما يلي:

4.58 ، 6.51 ، 7.85 ، 9.27 و 10.40 ملجرام / جم وزن جاف. كذلك كان لزيادة درجــة الحرارة تأثيراً واضحاً في تنشيط إمتصاص الكلوريد حيث كانت المتوسطات الإجمالية لتركيــز الكلوريد في البادرات النامــية 6.23 و 8.55 و 8.39 للدرجات الحرارية المئويــة 15 و 20 و 25 ^{o}م على التوالي. كانت الفروقات دالة إحصائياً بين درجة الحــرارة 15^{o}م والــدرجتين 20 و 25^{o}م ($p < 0.001$)، بينما كانت الفروقات بين الدرجتين 20 و25 ^{o}م ليست دالة إحصائياً.



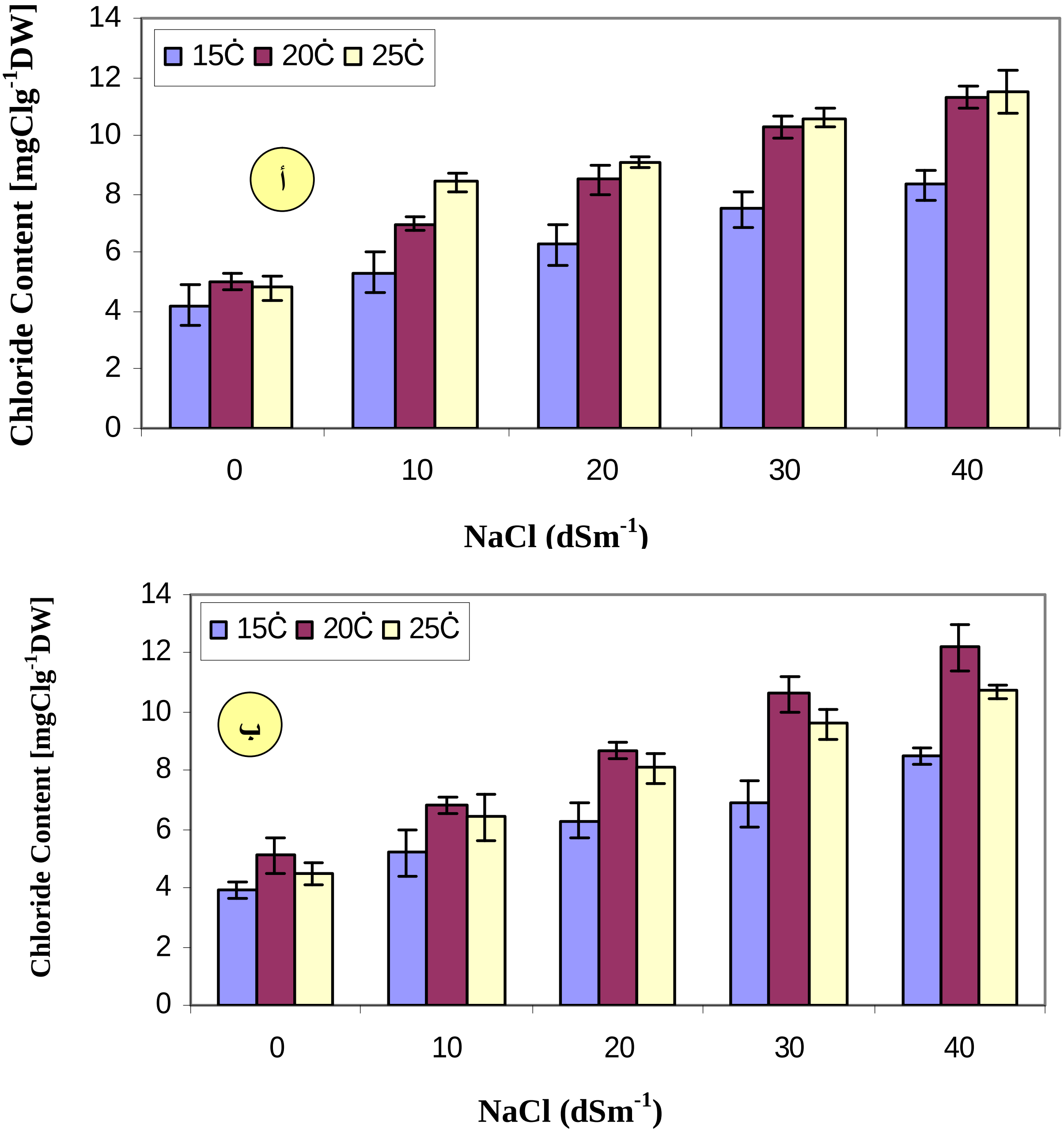


شكل(9). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي الماء الممتص
[g water/100g grains] من قبل البادرات في صنف الشعير
أكساد176 (أ) و صنف الشعير رم (ب) بعد خمسة أيام من المعاملة
(الخطوط داخل الأعمدة تمثل الانحراف المعياري للمتوسطات)
تأثير مستويات الملوحة ودرجات الحرارة والفروقات
بين الأصناف الزراعية دالة احصائياً ($p < 0.001$)

كذلك إختلف الصنفان الزراعيان في قدرتهما على تراكم الكلوريد حيث كان تركيز الكلوريد في الصنف أكساد 176 أعلى منه في الصنف رم وكانت الفروق دالة احصائياً ($P< 0.001$)، (الملحق 4) كان متوسط التراكم الإجمالي للصنفين للصنفين أكساد 176 و رم 7.88 و7.57 (ملجرام/ جم وزن جاف) على التوالي.

جدول (2). محتوى حبوب الصنفين أكساد 176 و رم غير المعاملة من الكلوريد والبرولين والسكريات الذائبة والسكريات المتعددة والبروتين
(كل رقم يمثل أربعة مكررات مع الإنحراف المعياري)

المتغيرات	أكساد 176	رم
الكلوريد Cl^{-1} (ملجرام / جم وزن جاف)	4.3 ± 0.2	5.6 ± 0.2
القيمة الاختزالية الكلية TRV (ملجرام / جم وزن جاف)	22.3 ± 1.5	19.6 ± 1.1
القيمة الاختزالية المباشرة DRV (ملجرام / جم وزن جاف)	4.0 ± 0.7	3.2 ± 0.5
السكروز Sucrose (ملجرام / جم وزن جاف)	17.4 ± 0.9	15.5 ± 0.6
البرولين Proline (ميكروجرام / جم وزن طري)	15.3 ± 0.9	11.0 ± 1.0
السكريات المتعددة polysaccharides (ملجرام جلوكوز / جم وزن جاف)	75.6 ± 1.2	73.7 ± 0.4
البروتين protein (ملجرام / جم وزن طري)	12.9 ± 0.03	13.3 ± 0.03



شكل(10). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي تراكم الكلوريد[mgClg^{-1}DW]
فـــي بادرات صنف الشعير أكساد 176(أ) وبادرات صنف الشعير رم (ب)
بعد خمسة أيام من المعاملـــــة.
(الخطوط داخل الأعمدة تمثل الانحراف المعياري للمتوسطات)
تأثير مستويات الملوحة ودرجات الحرارة دالة احصائية عند مستوى ($p < 0.001$)

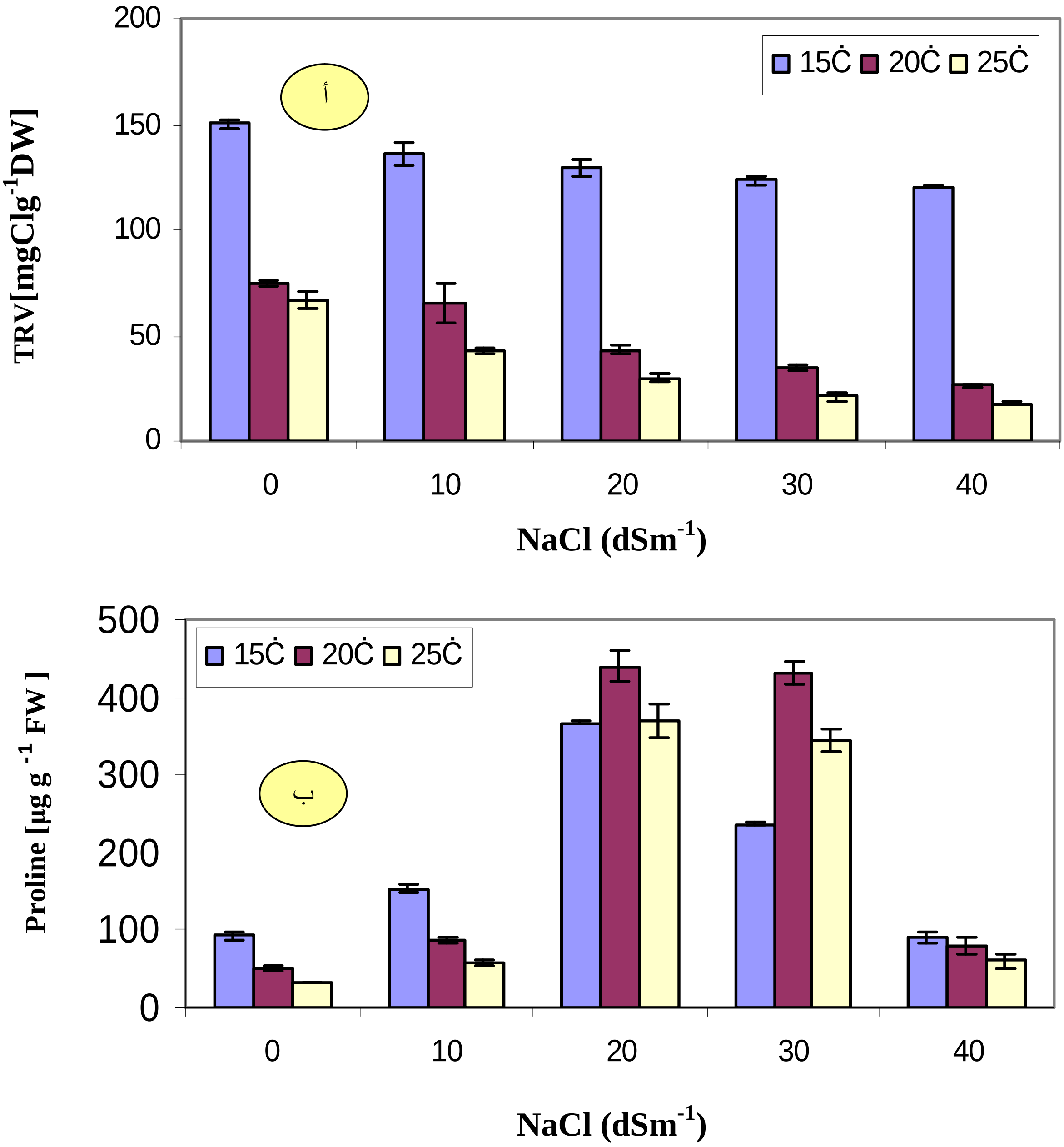
3-3 تراكم البرولين والسكريات الذائبة في البادرات

Accumulation of Proline and Soluble Sugars in Seedlings

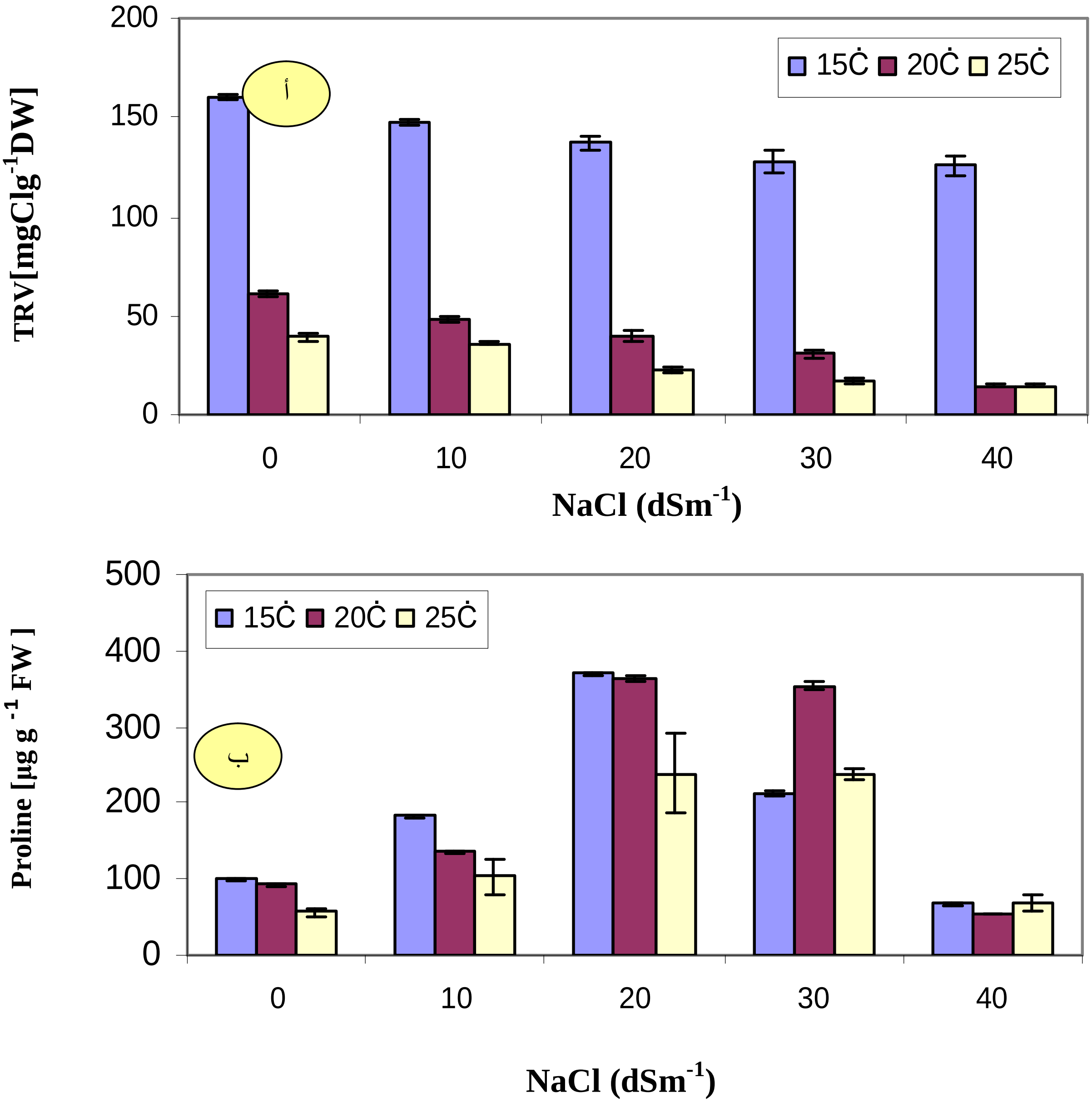
تمثل القيمة الإختزالية الكلية Total Reducing Values (TRV) في العينات النباتية القيمة الإختزالية المباشرة Direct Reducing Values (DRV) والتي تشكل في معظمها السكريات الإحادية Monosaccharides، والسكروز. وعليه فان حاصل الفرق بين القيمتين (TRV وDRV) يمثل السكروز من خلال المعادلة المذكورة في المواد وطرق العمل.

قُدرت قيم السكريات الذائبة الإجمالية TRV ومكوناتها من السكريات الإحادية والسكروز في الحبوب غير المعاملة. والنتائج في الجدول (2) توضح أنَ معظم السكريات الذائبة كانت من نصيب السكروز، حيث تراوح تركيزالأخير بين 4 – 5 مرات تركيزقيم DRV. فقد تراوحت قيم TRV بين ($19.6 – 22.3\ mgg^{-1}DW$)، والسكروز بين ($15.5 – 17.4\ mgg^{-1}DW$)، أما قيم DRV قد تراوحت بين ($3.2 – 4.0\ mgg^{-1}DW$) . ومن الجدير بالملاحظة أنَ القيم الدنيا كانت من نصيب الصنف الزراعي رم والقيم العليا كانت من نصيب الصنف الزراعي أكساد 176. ومن الطبيعي أنَ تزداد تلك القيم خلال إنبات الحبوب حيث تتحلل المواد النشوية المختزنة في الاندوسبرم كي تعطي السكريات الذائبة.

توضح النتائج في الشكلين (11 و 12) قيم TRV والبرولين تحت تأثير درجات الحرارة المختلفة ومستويات الملوحة في الصنفين قيد الدراسة. أثرت الملوحة على المحتوى الكلي للسكريات الذائبة، فقد أعطت معاملة المقارنة أعلى قيمة ($92.1\ mgg^{-1}DW$) وتدرجت القيم نزولاً مع زيادة الملوحة حتى بلغت أقل قيمة لها ($53.3\ mgg^{-1}DW$) عند المستوى العالي من الملوحة ($40\ dSm^{-1}$). وقد أكدَ التحليل الإحصائي ذلك حيث كان تأثير كلوريد الصوديوم دالة أحصائياً ($p < 0.001$)، (الملحق 5).



شكل (11) . تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي محتويTRV
$[mgClg^{-1}DW]$ (أ) ومحتوي البرولين $[\mu gg^{-1}FW]$ (ب) في الحبوب النابتة
لصنف الشعير أكساد 176 بعد خمسة أيام المعاملة
(الخطوط داخل الأعمدة تمثل الإنحراف المعياري للمتوسطات)
تأثير مستويات الملوحة ودرجات الحرارة دالة احصائية عند مستوى ($p < 0.001$)



شكل (11) . تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي محتويTRV
[mgClg^{-1}DW] (أ) ومحتوي البرولين [µgg^{-1}FW] (ب) في الحبوب النابتة
لصنف الشعير رم بعد خمسة أيام المعاملة
(الخطوط داخل الأعمدة تمثل الإنحراف المعياري للمتوسطات)
تأثير مستويات الملوحة ودرجات الحرارة دالة احصائية عند مستوى ($p < 0.001$)

ومــن جانب آخرتباين تأثير درجات الحرارة على محتوى TRV حيث أعطت درجة الحرارة 15 °م أعلى قيمة (135.8 $mgg^{-1}DW$) تليها 20°م (43.8 $mgg^{-1}DW$) وكانت أقل قيمة عند درجة الحرارة 25 °م (30.7 $mgg^{-1}D$). وكان إختلاف درجات الحرارة دالة إحصائيا ($P < 0.001$). كما إختلف الصنفان الزراعيان قيد الدراسة في محتواهما من السكريات الذائبــة الكلية حيــث كان مقدار TRV في أكساد 176(72.1 $mgg^{-1}D$) بينما في رم (68.1 $mgg^{-1}DW$)، وقد بين التحليل الاحصائي إن اختــلاف الصنفان دالــة إحصائــــياً ($p < 0.001$)، (الملحق 5).

وعند تحليل TRV إلي مكوناته الأساسية من DRV والسكروز يتضح أنَ هذين المكونين قد تأثرا بذات الطريقة التي تأثر بها TRV، حيث شهدا هبوطاً متدرجاً مع زيادة مستوى كلوريد الصوديوم في محيط الحبوب (الجدول 3) وكان التأثير دال احصائياً ($p < 0.001$)، (الملحقان 6 و7). ويلاحظ من الجدول والملحقان أعلاه أن السكروز يمثل معظم السكريات الذائبة في كافة المعاملات الملحية وتحت الدرجات الحرارية المدروسة في الصنفين قيد الدراسة. كذلك فإن درجة الحرارة 15°م قد شجعت تراكم السكروز، وقد إنخفض هذا التراكم في 20 و 25°م لدرجة كبيرة، وكانت الفروق بين درجات الحرارة دالة إحصائيا ($p < 0.001$) فقد كانت القيم الإجمالية للسكروزعند الدرجات الحرارية 15 و20 و25°م هي 122.1 و28.1 و 21.6 ملجرام / جم وزن جاف على التوالي. وعند مقارنة الصنفان الزراعيان أكساد 176 و رم فقد أوضح التحليل الإحصائي أنَ السكروز قد تراكم في البادرات النامية في الصنف الأول أكثر منه في بادرات الصنف الثاني، وكانت الفروق دالة إحصائياً ($p < 0.001$)، فقد كانت القيم الإجمالية للصنفين أكساد 176 و رم هي 58.8 و 55.8 ملجرام / جم وزن جاف على التوالي.

جدول(3). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي محتوي DRV والسكروز
[mgg^{-1}DW] في الحبوب النابتة من صنف الشعيرأكساد176(أ) وصنف الشعيررم(ب)
بعد خمسة أيام من المعاملة.
تأثير الملوحة والحرارة وإختلاف الأصناف الزراعية دالة إحصائياً ($p < 0.001$)

(أ)

mgg^{-1} Dw						NaCl dSm^{-1}
Sucros (mean ± SD)			DRV(mean ± SD)			
25ºC	20 ºC	15 ºC	25 ºC	20 ºC	15 ºC	
44.4±2.9	37.0±0.6	132.3±2.8	20.0±0.8	35.5± 0.6	11.3 ±1.3	0
27.8±1.1	39.8±8.9	121.0±4.8	13.8±0.9	23.1 ±0.7	8.7 ±1.1	10
23.8±1.1	32.7±2.4	116.9±3.6	4.9±0.4	8.8 ± 2.5	5.7 ± 0.3	20
17.4±1.4	28.1±1.1	113.1±1.9	2.8±0.4	5.3±0.40	4.4±0.4	30
15.2±0.6	20.8±0.8	111.5±0.6	1.8±0.3	4.5±1.10	3.2±0.5	40

(ب)

mgg^{-1} Dw						NaCl dSm^{-1}
Sucros (mean ± SD)			DRV(mean ± SD)			
25ºC	20 ºC	15 ºC	25 ºC	20 ºC	15 ºC	
23.7±1.4	35.9±.4	139.2±0.8	14.6±0.7	23.5±1.5	13.7 ±0.5	0
23.5±0.7	27.5±0.6	129.7±1.2	10.3±1.1	19.1±1.8	10.9±0.7	10
15.5±0.9	26. 2±2.4	125.0±3.4	6.6±1.0	12.4±.6	5.8 ± 0.2	20
12.9±0.7	22.6±3.4	116.5±4.8	3.2±0.5	6.7±2.3	4.9±0.4	30
12.6±0.2	10.5±0.5	115.8±4.3	1.3±0.2	3.5±1.1	4.0±0.3	40

أما تأثير درجة الحرارة على السكريات الإحادية فقد أوضحت النتائج أن DRV كان أعلى ما يمكن عند درجة الحرارة 20 ^{o}م حيث كانت الفروق بين هذه الدرجة الحرارية والدرجتين 15 و 25 ^{o}م دالة احصائياًعند مستوى ($p < 0.001$)، كما إختلفت الدرجتان الأخريان عن بعضهما البعض عند مستوى $p < 0.001$. وكان محتوى DRV الإجمالي في الدرجات الحرارية 15 و 20 و 25 ^{o}م هو 7.3 و 14.2 و 7.9 ملجرام / جم وزن جاف على التوالي. أما الصنفان المدروسان أكساد 176 و رم فقد أعطيا قيم إجمالية لمحتوى DRV 10.2 و 9.4 ملجرام / جم وزن جاف على التوالي، وكانت الفروقات بين الصنفين دالة احصائياً ($p < 0.001$).

ومن جانب آخر فإن البرولين قد تراكم لدرجة كبيرة في كافة المعاملات وتحت مختلف درجات الحرارة في الصنفين قيد الدراسة مقارنة مع محتوى البرولين في الحبوب غير المعاملة (جدول 2). فقد كان تركيز البرولين في الحبوب غير المعاملة للصنفين أكساد 176 و رم كما يلي: 15.3 و 11.0 مايكروجرام / جم وزن طري على التوالي. وقد ترافق هبوط TRV بفعل الملوحة مع زيادة تركيز البرولين في البادرات النامية تحت مستويات الملوحة المختلفة ودرجات الحرارة المختلفة في الصنفين قيد الدراسة (الشكلان 11 و 12). ويلاحظ من الشكلين أنَ زيادة البرولين بفعل الملوحة كانت متدرجة صعوداً حتى تركيز 20 و 30 ديسي سيمنز / متر اللذان أعطيا أعلى تركيز للبرولين. وقد كانت تركيزات البرولين كما يلي: 70.6 ، 120.1 ، 357.6 ، 302.7 ، 70.0 ملجرام / جم وزن طري لمستويات الملوحة 0، 10، 20، 30، و 40 ديسي سيمنز / متر على التوالي. وكان تأثير الملوحة دالة احصائياً ($p < 0.001$) (الملحق 8).

ويُلاحظ هبوط البرولين في المستوى الأخير من الملوحة لدرجة كبيرة حيث كانت العينة النباتية التي قِيس فيها البرولين تمثل الحبوب غير النابتة، لأن الغالبية العظمى من الحبوب عند تركيز 40 ديسي سيمنز / متر كانت غير نابتة. وهذا إستدعى عمل قياسات إضافية للحبوب النابتة وغير النابتة وأخرى خليطة للمستويات العالية من الملوحة (30 و 40 ديسي سيمنز / متر) للتأكد من حقيقة تراكم البرولين في ظروف الهبوط الكبير في النسبة المئوية للإنبات. ويوضح الجدول (4) تركيز البرولين في الحبوب النابتة وغير النابتة عند المستويين الأخيرين من الملوحة. ويوضح الجدول المذكور أنَ البرولين قد تراكم في الحبوب النابتة بالرغم من هبوط النسبة المئوية للانبات هبوطاً كبيراً، بينما كان تركيز البرولين طفيفاً جداً في الحبوب غير النابتة. كذلك إختلفت درجات الحرارة في تأثيرها على تراكم البرولين حيث كان التركيز

الإجمالي للبرولين عند درجات الحرارة 15، 20، و 25 °م: 187.3، 208.6 و 156.8 مايكروجرام/ جم وزن طري على التوالي. وكانت الفروقات بين درجات الحرارة دالة احصائياً ($p < 0.001$). كما تباين الصنفان في قدرتهما على تراكم البرولين حيث كانت القيم الإجمالية لأكساد176 ورم: 192.8 و 175.6 مايكروجرام/ جم وزن طري على التوالي (الملحق 8)، وكانت الفروق بين الصنفين دالة احصائياً ($P < 0.001$).

4-3 محتوى السكريات المتعددة والبروتين في الحبوب النابتة

Polysaccharide and Protein Content In The Germinating Grains

تحوي حبوب الشعير وكذلك غيرها مثل القمح والذرة على نسبة عالية من السكريات المتعددة بشكل نشاء في نسيج الإندوسبرم Endosperm وكذلك البروتين في الطبقة الأليرونية Aleurone layer التي تشكل الطبقة الخارجية من الإندوسبرم. ويوضح الجدول (2) محتوى السكريات المتعددة معبر عنها بالملجرام جلوكوز/ جم وزن جاف [mg glucose g^{-1}DW]، والبروتين معبر عنه بالملجرام/ جم وزن طري في الحبوب غير المعاملة، حيث حوت حبوب أكساد 176 و رم على 75.6 و 73.7 ملجرام جلوكوز/ جم وزن جاف من السكريات المتعددة على التوالي. أما محتوى البروتين فيتراوح بين 12.9 و 13.3 ملجرام / جم وزن طري في الصنفين أعلاه على التوالي. وخلال المراحل الأولى من نمو النبات ومرحلة البادرات بالذات فان هذه المكونات تتحلل بفعل الانزيمات التي تنشط بعد مرحلة تشرب البذور Imbibition كي تعطي سكريات ذائبة وأحماض أمينية والتي تتحرك من الإندوسبرم إلي المحور الجنيني Embryonic axis من خلال الفلقة لتساهم في بناء الخلايا والنشاط الأيضي للحبة النابتة.

جدول (4). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي تركيز البرولين[ميكروجرام/جم وزن طري] في الحبوب النابتة وغير النابتة من صنف الشعير أكساد176 (أ) و صنف الشعير رم (ب) بعد خمسة أيام من المعاملة. كل رقم يمثل متوسط أربعة مكررات.
تأثير الملوحة والحرارة وإختلاف الأصناف الزراعية دالة إحصائياً ($p < 0.001$)

(أ)

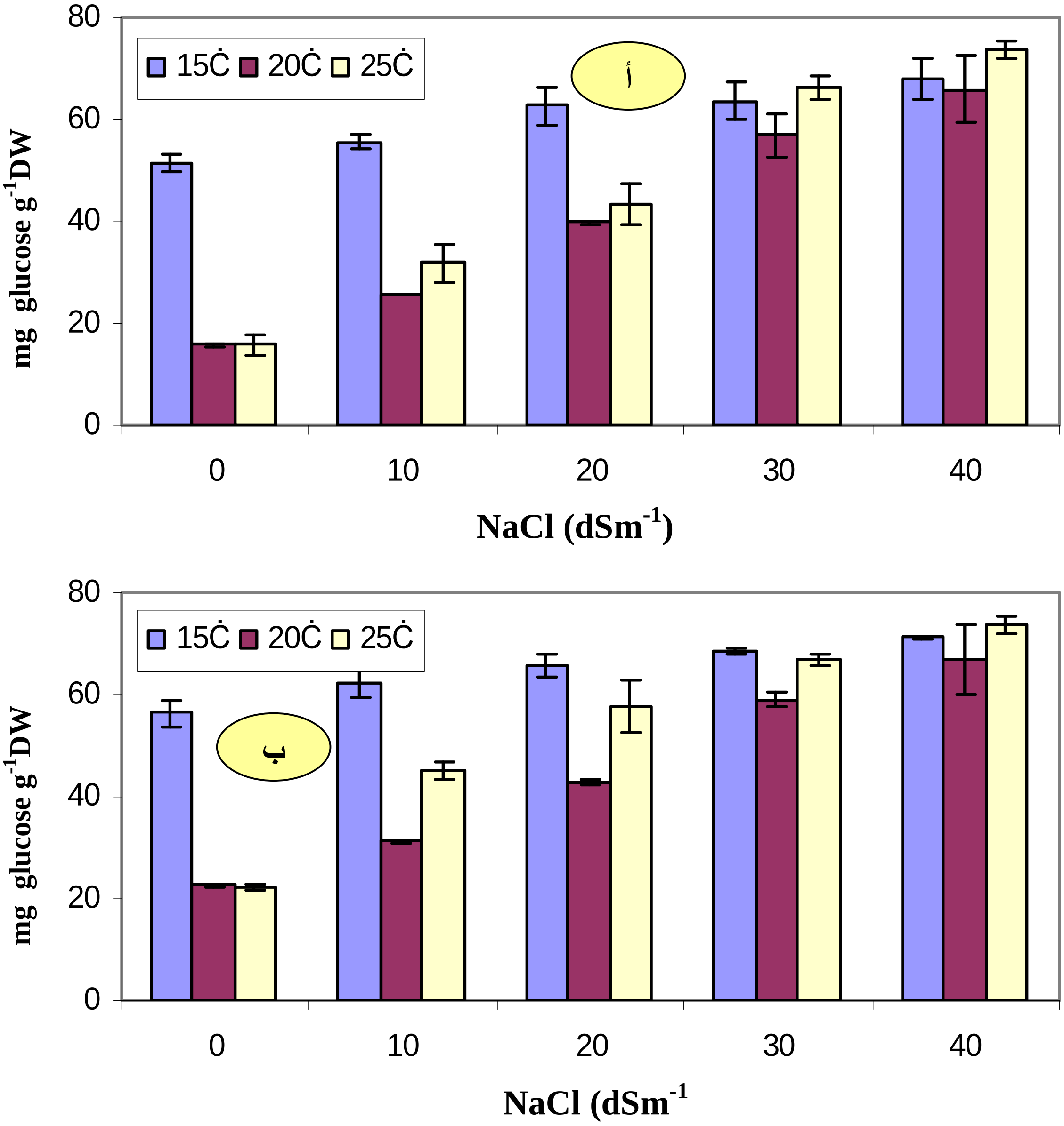
NaCl dSm^{-1}		Temp 15 °C	20 °C	25 °C
30	نابتة	435.5 ± 13.4	447.6 ± 7.1	382.1 ± 15.0
	غير نابتة	81.6 ± 9.1	66.0 ± 3.5	71.2 ± 2.8
40	نابتة	412.7 ± 22.5	392.8 ± 13.7	337.4 ± 22.7
	غير نابتة	63.4 ± 1.4	74.5 ± 15.8	65.4 ± 1.5

(ب)

NaCl dSm^{-1}		Temp 15 °C	20 °C	25 °C
30	نابتة	392.6 ± 13.0	413.6 ± 15.7	365.1 ± 9.5
	غير نابتة	82.8 ± 1.7	71.8 ± 4.9	69.9 ± 5.3
40	نابتة	357.5 ± 53.0	307.2 ± 18.3	347.8 ± 12.8
	غير نابتة	65.4 ± 4.5	59.5 ± 7.3	62.7 ± 6.1

الانحراف المعياري للمكررات ← **S.D**

توضح النتائج في الشكل (13) أن الملوحة قد أثرت كثيراً في محتوى السكريات المتعددة في بادرات الصنفين الزراعيين قيد الدراسة، فقد كان محتوى السكريات المتعددة أقل ما يمكن عند معاملة المقارنة والذي يعني قدراً أكبر من تلك السكريات قد تحللت خلال عملية الإنبات. وتغيرت كمية السكريات المتعددة صعوداً مع زيادة مستوى الملوحة حتى تكون أكبر مايمكن عند المستوى العالي من الملوحة (40 ديسي سيمنز/ متر)، والذي يعنى أقل كمية من السكريات المتعددة قد تحللت. وكانت كمية السكريات المتعددة الإجمالية عند مستويات الملوحة: 0، 10، 20، 30، و 40 ديسي سيمنز/ متر كما يلي: 30.8، 42.0، 52.0، 63.6 و 69.9 ملجرام جلوكوز/ جم وزن جاف على التوالي. وكانت الفــروق بين مستويات الملوحة دالـــة احصائيـــاً ($p < 0.001$)، (الملحق 9). وعند حساب متوسط النسبة المئوية للسكريات المتعددة المتحللة من أصل كمية السكريات المتعددة الموجودة في الحبوب غير المعاملة (إرجع الى جدول (2)، يُلاحظ بوضوح هبوط كبيرومتدرج لكمية السكريات المتعددة المتحللة مع زيادة مستوى كلوريد الصوديوم في وسط الحبوب، حيث كانت تلك النسبة أعلى مايمكن عند معاملة المقارنة وتتدرج تلك النسبة حتى تبلغ أقل مايمكن عند المستوى العالي من الملوحة.



شكل (13). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي محتوي السكريات المتعددة [ملجـــرام جلوكوز/ جم وزن جاف] في الحبوب النابتة لصنف الشعير أكساد 176 (أ) وصنف الشعير رم (ب) بعد خمسة أيام من المعاملة.

(الخطوط داخل الأعمدة تمثل الانحراف المعياري للمتوسطات)

تأثير مستويات الملوحة ودرجات الحرارة واختلاف الصنفين

دالة احصائية عند مستوى($p < 0.001$)

جدول(5). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي النسبة المئوية للسكريات المتعددة المتحللة في الحبوب النابتة من صنفي الشعير أكساد 176 ورم بعد خمسة أيام من المعاملة.
تأثير الملوحة والحرارة وإختلاف الأصناف الزراعية دالة إحصائياً ($p < 0.001$)

NaCl dSm^{-1}	% للسكريات المتحللة					
	أكساد 176			رم		
	15 °م	20 °م	25 °م	15 °م	20 °م	25 °م
0	32	79	79	23	69	70
10	26	66	58	16	58	39
20	17	47	43	11	42	22
30	16	25	12	7	20	9
40	9	13	3	3	9	0.1

وعند مقارنة درجات الحرارة في تأثيرها على كمية السكريات المتعددة يُلاحظ بوضوح أنَ الكميات الإجمالية للسكريات المتعددة تحت درجات الحرارة 15، 20، و 25 °م كانت كما يلي: 62.6، 42.7 و 49.7 ملجرام جلوكوز / جم وزن جاف على التوالي. وهذه النتائج تدل على أنَ أكبر قدرمن السكريات المتعددة قد تحلل عند درجة الحرارة 20°م تليها درجة الحرارة 25°م وأخيراً درجة الحرارة 15°م.كانت الفروقات بين درجات الحرارة دالة إحصائية ($P < 0.001$) راجع الملحق (9). كذلك فقد أوضحت النتائج أنَ أكبر كمية من السكريات المتعددة قد وُجدت في الصنف أكساد 176، حيث كانت الكميـــة الإجمالية للسكريـــات المتعددة في هذا الصنف 49.1 ملجرام / جم وزن جاف بينما كانت تـــلك الكمـــية فـــي الصـــنف رم 54.2 ملجرام / جم وزن جاف. وكانت الفروق دالـــة إحصائياً ($P < 0.001$) وهذا يدل بوضوح أنَ الكمية المتحللة من السكريات المتعددة كانت أكبر في الصنف الأول مقارنة مع الصنف الثاني.

ومن جانب آخر فقد أوضحت نتائج تحليل البروتين أنَ ملوحة وسط الإنبات قد أثرت كثيراًفي محتوى البروتين في الحبوب المعاملة للصنفين تحت درجات الحرارة قيد الدراسة (جدول 6). فقد كانت الكميات الإجمالية للبروتين عند مستويات الملوحة 0، 10، 20، 30، و 40 ديسي سيمنز / متر كما يلي: 6.90، 8.36، 8.34 ، 9.76، و12.91 ملجرام / جم وزن طري على التوالي. وكان تأثير الملوحة دالة إحصائياً ($p < 0.001$)، (الملحق 10). إنَ هذه النتائج تدل بوضوح على أنَ كمية البروتين المتحلل قد انخفض كثيراً مع زيادة مستوى ملوحة وسط الإنبات، حيث يُوضح الجدول (7) أنَ النسبة المئوية للبروتين المتحلل قد انخفضت كثيراً

مع زيادة ملوحة وسط الإنبات في الصنفين عند الدرجات الحرارية 20 و 25 ^{o}م، بيد أنَ تلك النسبة لم تكن محسوسة عند درجة الحرارة 15 ^{o}م. أما التأثير الإجمالي لدرجة الحرارة فقد إتضح من التحليل الإحصائي للنتائج أنَ درجات الحرارة قد تباينت في تأثيرها على المحتوى البروتيني في الحبوب النابتة وكان المحتوى الإجمالي للبروتين عند درجات الحرارة 15، 20، و 25 ^{o}م كما يلي: 13.0، 7.5، و 7.2 ملجرام / جم وزن طري علي التوالي. ويوضح التحليل الإحصائي في الملحق (10) أنَ تأثير درجة الحرارة دالة احصائياً ($p < 0.001$). ولكن يبدو أنَ درجة الحرارة 15 ^{o}م لم تؤثر في تحليل البروتين حيث كان متوسط المحتوى البروتيني للصنفين 13.1 ملجرام / جم في الحبوب غير المعاملة لاحظ الجدول (2). كذلك إختلف الصنفان في المحتوى الإجمالي للبروتين عند كافة مستويات الملوحة ودرجات الحرارة قيد الدراسة، حيث كان متوســط الكمية الإجمالــية للبروتين 9.00 و 9.51 ملجرام / جم وزن طــري للصــنفين أكساد 176ورم على التــوالي وكانت الفــروقات دالة إحصائياً ($p < 0.001$) .

جدول (6). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي محتوي البروتين [ملجرام / جم وزن طري] في الحبوب النابتة لصنفي الشعير أكساد 176 ورم بعد خمسة أيام من المعاملة. كل رقم يمثل متوسط 4 قراءات للعينة النباتية. تأثير مستويات الملوحة ودرجات الحرارة واختلاف الصنفين دالة احصائية عند مستوى ($p < 0.001$)

محتوى البروتين (ملجرام / جم وزن طري)

NaCl	أكساد 176			رم		
dSm^{-1}	15 °م	20 °م	25 °م	15 °م	20 °م	25 °م
0	12.13	4.02	3.79	12.35	4.19	4.90
10	12.89	5.71	5.26	13.35	6.14	6.79
20	12.28	5.85	5.43	12.54	7.00	6.95
30	13.59	8.50	7.10	13.70	8.57	7.12
40	13.66	12.60	12.16	13.78	12.69	12.58

جدول (7). تأثير كلوريد الصوديوم ودرجة الحرارة علي النسبة المئوية للبروتين المتحلل في الحبوب النابتة من صنفي الشعير أكساد 176 ورم بعد خمسة أيام من المعاملة. تأثير الملوحة والحرارة وإختلاف الأصناف الزراعية دالة إحصائياً ($p < 0.\ 001$)

% للبروتين المتحلل

NaCl	أكساد 176			رم		
dSm^{-1}	15 °م	20 °م	25 °م	15 °م	20 °م	25 °م
0	6.0	68.9	70.6	7.1	68.5	63.2
10	0.1	55.7	59.2	_	53.9	49.0
20	4.8	55.0	57.9	5.7	47.4	47.7
30	_	34.1	45.0	_	35.6	46.5
40	_	2.3	5.7	_	4.6	5.4

_ الكميات المتحللة غير محسوسة

الفصل الرابـــع: المنـاقشـــــــــة

DISCUSSION

المناقشـــــــة

Discussion

تُعد مراحل الإنبات والبادرات من المراحل الأساسية والضرورية لنمو وتطور النبات لنجاح إنتاجية (Norlyn, 1980)، وخصوصاً عندما يتعرض النبات إلى ظروف الإجهاد المختلفة من جفاف وملوحة وتطرف في درجات الحرارة (Yasseen et al., 1987b). ويقوم العلماء والباحثين بتقييم مقاومة النباتات والمحاصيل لمختلف ظروف الإجهاد وخصوصاً الإجهاد الملحي والإجهاد المائي بالإعتماد على هذه المراحل (Epstein et al., 1980; Yasseen and Al-Omary, 1994). وتحصل خلال هذه المرحلة جملة من التغيرات الفسيولوجية والكيموحيوية والتي لا بد من تفسيرها ومناقشتها من خلال النتائج التي يحصل عليها الباحثين في تجاربهم. وفي الدراسة الحالية جرت مقارنة بين صنفين زراعيين من نبات الشعير المزروع في الأردن هما أكساد 176 (ACSAD 176) و رم (RUM) تحت ظروف الملوحة والحرارة. وعليه يمكن مناقشة جانبين رئيسيين فيا يتعلق بالدراسة الحالية وهما الجوانب الفسيولوجية والجوانب الكيموحيوية.

4-1 الجوانب الفسيولوجية Physiological Aspects

أظهرت الدراسة الحالية أنَ مستوى الملوحة في وسط الإنبات أعلى من 20 ديسي سيمنز/ متر (dSm^{-1}) قد سبب تثبيطاً كبيراً للنسبة المئوية للإنبات. وهذه النتائج تتفق مع نتائج سابقة على أصناف زراعية أخري لنبات الشعير(Yasseen et al., 1987b)، لكن الصنفين قد إختلفا في مقاومتهما للملوحة خلال هذه المرحلة حيث تفوق الصنف الزراعي أكساد 176 على رم في النسبة الإجمالية للإنبات، والتي تنسجم مع دراسة حديثة أكدَت تفوَق صنف الشعيرأكساد على أصناف الشعير الأخرى ومنها رم (Othman et al., 2006). إنَ الفروقات بين الأصناف الزراعية (Varietal differences) للمحاصيـــل الزراعـــية تحت ظروف الإجهاد باتـــــت حقــيقة بارزة منذ النصف الثاني من القـــرن السابق

(Epstein et al., 1980; Yasseen et al., 1988; Yasseen and Al-Omary, 1994).

ويبدو أنَ الصنف أكساد 176 قد إكتسب هذه االميزة من خلال القدرة الذاتية التي يمتلكها في إمتصاص الماء والتي يمكن أنْ تُساهم في تقليل الأثر الضار للملوحة خلال الإنبات، وقد أكدَت البحوث والدراسات أهمية الماء في عملية الإنبات حيث عند معاملة البذور بالماء (Water Presoaking) فإن ذلك من شأنه أنْ يشجع الإنبات وتكوين ونموالجذور تحت ظروف الإجهـــاد

(Yagmur and Kaydan, 2008 والبحوث المذكورة ضمن قائمة المراجع). أنَ قدرة الصنف الزراعي أكساد في إمتصاص الماء قد تكون بسب إحتواء الحبوب على كمية أكبر من المواد العضوية المعقدة والذائبة مقارنة مع الصنف رم (جدول 2) والتي من شأنها تشجيع إمتصاص الماء. وقد عزى كثير من الباحثين هبوط نمو البادرات تحت ظروف الإجهاد في عدد من نباتات المحاصيل إلى تقليل إمتصاص الماء من قبل البادرات (Alam, 2001; Almansouri et al., 2001; Okcu et al., 2005; Yagmur and Kaydan, 2008). والذي يمكن أنْ يؤدي إلى نقص في المواد المختزنة المنقولة إلى المحور الجنيني (Soltani et al., 2006)، هذا فضلاً عن امكانية الصنف أكساد في تراكم أيونات الكلوريد(الملحق 4) والصوديوم في البادرات أثناء الإنبات والتي قد تساهم في خفض الجهد الأزموزي والمائي لخلايا البادرات وبالتالي إلى إدامة إمتصاص الماء (Dodd and. Donovan,. 1999).

وبالرغم من أهمية مرحلة الإنبات في تحديد خصائص النباتات في مقاومتها للملوحة وغيرها إلا أنه لابد من إجراء مقارنات بين الأصناف في مراحل النمو والتطورالأخرى والتي تشمل الإنتاجية حيث أنَه بات من المسلم به أنْ نباتات المحاصيل تختلف في مقاومتها للملوحة والجفاف و إلى ظروف الإجهاد الأخرى خلال المراحل المختلفة من النمو والتطور (Yasseen and Al-Omary, 1994; Yasseen and Al_Maamari, 1995; Abdel Bari et al; 2007)

2-4 الجوانب الكيموحيوية Biochemical Aspects

تشمل الجوانب الكيموحيوية في الدراسة الحالية السكريات الذائبة والبرولين ودور السكريات المتعددة والبروتين في توفير المواد الذائبة العضوية لمختلف الأغراض خلال تعرض الحبوب إلي الإجهاد الملحي. ومن الطبيعي أنْ تزداد محتويات الحبوب النابتة من تلك المكونات العضوية الذائبة بعد فترة التشرب وتنشيط العمل الإنزيمي لغرض تنشيط وتسريع عمليات النمو المختلفة والتي تنتهي بظهور ونمو الجذيرات ونمو الغمد الورقي وخروج الورقة الأولية منه (Prophyl) والتي تنتهي ببزوغ البادرات. وجاءت نتائج الدراسة الحالية لتلقي الضوء علي التغيرات الحاصلة في السكريات الذائبة والبرولين خلال فترة مرحلة الإنبات وتعرض حبوب الشعير لظروف الإجهاد الملحي.

3-4 السكريات الذائبة Soluble Sugars

أوضحت النتائج أنَ السكريات الذائبة قد بلغت أعلى تركيز في معاملة المقارنة، ومع زيادة مستوى كلوريد الصوديوم في وسط الإنبات فان السكريات الذائبة والمتمثلة بالقيم DRV

والسكروز تبدأ بالتناقص حتى تصل أدناها عند المستوى العالي من الملوحة. وجاءت هذه النتائج مطابقة لدراسة أجريت على نبات الأرز Rice (Oryza sativa L.) حيث قلت كمية السكريات الذائبة والسكريات الكلية مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم حتى 150 مل مول mM في محيط الحبوب (Lin and Kao, 1995)، كما أنها مطابقة لدراسة حديثة على نبات القمح المحلي (Doha) دوحة (Yasseen et al., 2006) ، حيث هبطت تركيزات السكريات الذائبة الكلية ومكوناتها من DRV والسكروز مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم في وسط الإنبات. ويمكن تفسيرهبوط كميات السكريات الذائبة في البادرات إلى أنَ تلك السكريات تدخل في مسارات أيضية تنتهي بتكوين البرولين (Stewart et al., 1966)، والذي يمكن أنْ يُعجل في ظروف الظلام السائدة خلال إنبات الحبوب في التجارب الحالية (Singh et al., 1973).

كذلك فقد اقترح (Gill et al., 2002). إنَ الملوحة أوالجفاف يمكن أنْ تؤدي إلى تحويل السكريات السداسية والسكروز والنشاء إلى مركبات ذائبة مثل البرولين والكحولات السكرية (Polyols) في الحبوب النابتة لحبوب الذرة السكرية (Sorghum bicolor L.). وبالرغم من أنً الدراسة الحالية لم تشمل قياس الكحولات السكرية إلا أنَ هذا الموضوع جدير بالدراسة في المستقبل. وأنَ تلك الدراسة التي قام بها (Gill et al., 2002) قد توصلت إلى نتائج مخالفة للدراسات السابقة من حيث المحتوى السكري، فقد وجد هؤلاء الباحثون أنَ مستويات السكريات الكلية والمختزلة في كل من الجنين والإندوسبرم قد زادت بفعل الإجهاد المائي الناجم عن معاملة الحبوب بمستويات مختلفة من المانيتول. كما وجدَ (Fernandes et al., 2004) أنَ هناك تبايناً واضحاً في النشـــاط الإنزيمي الذي يؤثر في مستـــوى السكروز في نبات الترمس Lupine (Lupinus albus L.) المعرض إلى مستويات من الملوحة تراوحت بين 50 إلى 150 مل مول، حيث زاد نشاط إنزيم ٍ Sucrose synthase وانخفض نشاط إنزيم Sucrose phosphate synthase، كما نقص نشاط إنزيم Acid invertase وزاد نشاط إنزيم Alkaline invertase عند المستويات العالية من الملوحة. إنَ هذه النتيجة إنَما تدل على عدم تناسق التأثير العام للملوحة في النشاط الإنزيمي المؤدي إلى تراكم السكروز وربما بقية السكريات الذائبة والكربوهيدرات بشكل عام. كذلك درس (Niknam et al., 2004) تأثير كلوريد الصوديوم (بين تركيز 50 الى 150 مل مول) في بادرات نبات التبغ (Nicotiana Tobacco tabacum cv. Virginia) حيث وجدوا أنَ كمية السكريات المتعددة والسكريات المختزلة والذائبة في البادرات قد نقصت، بينما زاد البرولين مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم.

وفي دراسة على إنبات بذور نبات الحلبة البقولي (Alhadi et al., 1997)، حيث وُجد أنَ السكريات الإحادية ممثلة بقيم DRV قد شهدت هبوطاً واضحاً مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم في محيط البذور، بينما زادت هذه القيم في مراحل النموالخضري (Alhadi et al., 1999) ويبدو من نتائج الأبحاث السابقة بأنَ إستجابة الكربوهيدرات الذائبة وغير الذائبة لظروف الإجهاد الأزموزي بسبب الملوحة والجفاف في النباتات بشكل عام معقدة لدرجة كبيرة، حيث يتضح بأن هناك تبايناً كبيراً في نتائج إستجابة السكريات الذائبة وغير الذائبة للملوحة في أنسجة النبات (Kafi et al., 2003)، حتى يمكن للمرء أنْ يتصور أنَه لاتوجد إستجابات عامة يمكن البناء عليها لفهم آلية تأثير الإجهاد الأزموزي على تلك المركبات. وهذه الإختلافات في النتائج والإستنتاجات يمكن تفسيرها من خلال واحد أو أكثر من الأسباب الاتية:

(1) إختلاف النباتات في إستجابتها لظروف الإجهاد المختلفة. (2) مرحلة نمو النبات، (3) ظروف التجارب المختلفة، (4) الطرق المختلفة لقياس السكريات و (5) تباين النشاط الإنزيمي المؤثر في محتوى السكريات (Lin and Kao, 1995; Kuo et al., 1997; Prado et al., 2000; Gill et al., 2002; Fernandes et al., 2004; Niknam et al., 2004; Mohammed, 2007). وبالرغم من تلك الإستنتاجات التي تدل على تعقيد أيض الكربوهيدرات الذائبة وغير الذائبة تحت ظروف الإجهاد الأزموزي فإنَ محتوى الصنف الزراعي أكساد من السكريات الذائبة كان دائما أعلى من تلك التي في الصنف رم. ومن الجدير بالملاحظة فإنه بالرغم من أنَ كمية السكريات المتعددة في الصنف أكساد 176 كانت أعلى منه في الصنف رم (جدول 2)، إلا أنَ الكمية الإجمالية من السكريات المتعددة بعد الإنبات كانت أقل في الصنف أكساد 176، وهذا إنَما يدل بوضوح على أنَ كمية أكبر من تلك المركبات قد تحلل في هذا الصنف لأن نشاط إنزيم ألفا – أميليز α-amylase كان أعلى مما في الصنف رم (Gupta et al., 1993; Lin and Kao, 1995). وهذه النتائج قد تدل على قدرة الصنف أكساد 176 في مقاومة الإجهاد الملحي من خلال تراكم السكريات الذائبة مثل السكروز الناتجة عن هدم السكريات المتعددة لمنحه القدرة في مقاومة الإجهاد الملحي خلال الإنبات

(Norwood et al., 2000; Kafi et al., 2003; Leatherwood, 2005)

ومما هو معروف بأنَ تراكم الذائبات العضوية وغيرالعضوية تحت ظروف الإجهاد تساهم في عملية التنظيم الأزموزي Osmoregulation أوالضبط الأزموزي Osmotic adjustment الضرورية في تعزيز مقاومة النباتات وتكيفها لتلك الظروف (Greenway and Munns,

1980; Levitt, 1980; Stewart, 1981; Yasseen 1992; Nilsen and Orcutt, 1996; Kavi Kishor et al., 2005; Abdel Bari et al., 2007).

4-4 **البرولين** Proline

إكتسب البرولين أهمية كبيرة في فهم قدرة النباتات على التأقلم للظروف المتطرفة من الجفـــــاف والملوحة ودرجات الحرارة. وقد أوضحت نتائج الدراسة الحالية أنَ البرولين قد تراكم بكميات كبيرة عندما تعرضت حبوب الشعيرللصنفين قيد الدراسة لمستويات مرتفعة من الملوحة الناجمة عن كلوريد الصوديوم. وهذه النتائج جاءت منسجمة مع نتائج طالما أكدَت على أنَ البرولين يتراكم حيثما تعرض النبات إلى ظروف قاسية من جفاف وملوحة وإرتفاع وإنخفاض درجات الحرارة ونقص العناصر فضلاًعن تعرض النبات إلى تركيزات عالية من العناصر الثقيلة وغيرها من العوامل البيئية التي من شأنها التأثير في نمو وتطور النبات (Raymond and Smirnoff, 2002; Kavi- Kishor et al., 2005; Sharma and Dietz, 2006). ويعود سبب تراكم البرولين تحت ظروف الإجهاد الأزموزي أساساً إلى تنشيط مسارات البناء المعروفة وهي مسار الجلوتامات Glutamate pathway ومساراللأورنثين Ornithine pathway، وفقدان سيطرة التغذية الرجعية Loss of feed back control، هذا إضافة إلى هبوط في أكسدته وتسريع هدم البروتين وتثبيط بناء البروتين (Paleg and Aspinall, 1981; Yasseen et al., 1991; Yasseen, 1992)، ويبدو أنَ سيادة أحد مسارات البناء المذكورة يتحدد من خلال كمية ونوعية المواد المختزنة في البذور، فقد ذكرت المراجع أنَ مسار الجلوتامات يكون سائداً عندما تكون كمية المواد النيتروجينية محدودة بينما يكون مسار الأورنثين سائداً عندما تكون كمية المواد النيتروجينية متوفرة بكميات كبيرة(Chang and Lee, 1999; Kavi Kishor et al., 2005)، وعليه فإن مصدر البرولين المتراكم في بادرات الشعير في الدراسة الحالية يكون أساساً من تحلل السكريات المتعددة في الإندوسبرم والتي تنتهي بسكريات ذائبة تدخل بمسارات أيضية تنتهي بتكوين البرولين(Yasseen et al., 2006). ويبدو ذلك واقعياً حيث أنَ محتوى حبوب الشعير كما هو مبين في الجدول (2) من السكريات المتعددة يفوق كثيراً محتوى البروتينات، وعليه فإنَه خلال مرحلة الإنبات في الدراسة الحالية تبدو الحاجة كبيرة الى السكريات لتوفير الهيكل الكربوني لبناء البرولين أكثر من ذلك الناجم عن تحلل البروتين (Stewart, 1981). هذا بالإضافة إلى أنَه لغرض بناء جزيئة واحدة من البرولين من خلال مسار الجلوتامات فهناك حاجة إلى جزيئة واحدة من ATP وجزيئتين من المرافق الأنزيمي NADPH مقارنة مع مسار

الأورنثين الذي يحتاج إلى جزيئة واحدة فقط من المرافق الأنزيمي NADPH (شكل 2)، وهذا لا يتوفر إلا بتحليل السكريات الغنية بالطاقة. ومما يعززهذه الفرضية أنَّ مسار السكر الخماسي الفوسفاتي Pentose phosphate pathway قد يتنشط بظروف الإجهاد (Briens, 1975; Kalir and Poljakoff – Mayber, 1976). مما يوفر كميات NADPH المطلوبة لبناء البرولين. كذلك فان عملية التنفس وخصوصاً تنفس الإدامة Maintenance respiration قد تتنشط تحت ظروف الإجهاد الملحي حيث هناك حاجة إلي طاقة ATP إضافية لازمة للتأقلم (Schwarz and Gale, 1981; Hanson and Hitz, 1982; Yasseen, 1992)، وهذه الطاقة يمكن أنْ تُستغل من أجلِ بناء البرولين بالإعتماد على مسار الجلوتامات. ومن جانب آخر فقد تراكم البرولين في البادرات النامية للصنف الزراعي أكساد بكميات أكبر من تلك المتراكمة في الصنف الزراعي رم. ويبدو أنَ تراكم البرولين في بادرات أكساد تحت ظروف الإجهاد الملحي ميزة مهمة، حيث أكدَت بعض البحوث على أنْ البرولين قد تراكم بكميات كبيرة في بادرات الأصناف الزراعية التي تتحمل ظروف الإجهاد الأزموزي خلال الإنبات مقارنة مع تلك الحساسة لتلك الظروف(Jimenez – Bremont et al., 2005). ومن الجدير ذكره هو ما لوحظ من تباين كبير في تراكم البرولين في الحبوب النابتة وغير النابتة عند التركيزات العالية من الملح (مثلاً 40 ديسي سيمنز/ متر) عند كافة درجات الحرارة المدروسة. ويبدو أنَه بالرغم من تعرض الحبوب إلى ذات التركيز المذكور فإنَ بعضها قد ينمو وبالتالي يمكن أنْ يراكم كميات كبيرة من البرولين لزيادة قدرة الحبوب النابتة على التأقلم لظروف الإجهاد. ويمكن للبعض الآخر أنْ لا ينمو في تلك التركيزات العالية من الملوحة وبالتالي فإنَ مجمل العمليات الأيضية قد تتعرض للإيقاف ومنها العمليات الخاصة ببناء البرولين (Prado et al., 2000; Larcher, 2003)، وهذ من شأنه تقليل كمية البرولين المتراكم في الحبوب غيرالنابتة (الجدول 4). وهذا قد يكون مقدمة لموضوع يمكن دراسته في المستقبل بخصوص النشاط الإنزيمي عند المستويات العالية من الملوحة والتي تؤثر في تراكم البرولين.

4-5 **تأثير درجة الحرارة** Effect of Temperature

لعل من المناسب الإشارة إلى أنَ درجة الحرارة من أهم العوامل المؤثرة في نمو وإنتاجية المحاصيل الحقلية في منطقة الشرق الأوسط بجانب عوامل الجفاف والملوحة والعوامل الأخرى. وتشير أرقام دائرة الأرصاد الجوية والدوائر الزراعية في الأردن على أنَ مواعيد زراعة الشعيرتنحصر بين 15 تشرين الأول (الموعد المبكر) حيث تتراوح درجات الحرارة بين 15 و 27 ^{o}م ، و15 تشرين الثاني (الموعد المتوسط) حيث تتراوح درجات بين 10 و 21 ^{o}م ،

وأخيراً 15 كانون الأول (الموعد المتأخر) حيث تتراوح درجات الحرارة بين 6 و 15 °م. لذلك جاء إختيار درجات الحرارة في الدراسة الحالية من خلال هذه المعطيات. كذلك فان التغيرات في درجات الحرارة وإن كانت طفيفة فانها تؤثر كثيراً في نمو وإنتاجية النباتات. وقد أشار (Nilsen and Orcutt, 1996) إلى أنَّ هبوط درجة الحرارة درجة مئوية واحدة عن معدلها العالمي يمكن أنْ يؤدي إلى نقص في إنتاجية نبات الأرز بمقدار 40 %. وهذا ينسحب أيضاً علي إرتفاع درجة الحرارة وتأثيرها علي إنتاجية النباتات والتنوع الحيوي Biodiversity.

ودلت نتائج الدراسة الحالية على أنَ زيادة درجة الحرارة قد سببت تحفيز النسبة المئوية للإنبات وكذلك أطوال الجذيرات، و يعود ذلك إلى تحفيز عمليات النمو وخصوصاً عملية الإتساع الخلوي Cell Expansion (Yasseen et al., 1988)، وما يتطلب ذلك من استهلاك المواد المختزنة في الفلقات والإندوسبرم من سكريات ذائبة وغير ذائبة وبروتينات (Alhadi et al., 1997; Yasseen et al., 2006). ويبدو أنَ عمليات النمو المؤثرة في طول الجذيرات لم تتأثر بفعل تراكم الكلوريد مع زيادة درجة الحرارة عند مستويات الملوحة المنخفضة بينما يمكن أن يكون تراكم الكلوريد في المستويات العالية من الملوحة مع ارتفاع درجة الحرارة قد سبب تثبيطا" كبيرا" لعمليات النمو(Levitt, 1980)، ومن جانب اخر فقد كان إختزال طول الجذيرات واضحاًعند درجة الحرارة 15 °م حيث يمكن أن تكون هذه الدرجة الحرارية قد أثرت في مجمل العملية الأيضية التي أدت إلى هبوط في نمو الجذيرات (Larcher, 2003). كذلك وبالرغم من أنَ إرتفاع درجة الحرارة يمكن أنْ يجعل الجهد المائي للمحاليل الملحية في وسط الحبوب أكثر سالبية More Negative، إلا أنَ ذلك كما يبدو لم يؤثر في النسبة المئوية للإنبات كما لم يؤثرفي نمو الجذيرات كثيراً (Yasseen, 1982; Naseer, 2000). ويبدومن تلك النتائج أنَ تأثير كلوريد الصوديوم كان أزموزياً بالدرجة الأولى مع إحتمال تعرض الحبوب النابتة الى التاثير الأيوني الخاص Specific ion effect لكلوريد الصوديوم عند درجات الحرارة المرتفعة والمستويات العالية من الملوحة ومما يؤيد ذلك أنَ إمتصاص الماء قد إنخفض في درجة الحرارة 15 °م من قبل البادرات النامية مقارنة مع الدرجات الحرارية الأخرى والذي إنَعكس على نمو الجذيرات وخصوصاً عند مستويات الملوحة المنخفضة (شكل 9). ومن جانب آخر فإنَ إنخفاض درجة حرارة وسط الإنبات إلى 15 °م قد قلل كمية السكريات المتعددة والبروتين المتحلل خلال فترة الإنبات ونمو البادرات، وهذا من شأنه أنْ يؤدي إلى قلة الذائبات العضوية المنقولة من الإندوسبرم والفلقة إلى المحور الجنيني للمساهمة في بناء خلايا جديدة. وعليه فلا غرابة في هبوط نمو الجذيرات عند تلك الدرجة الحرارية. ولكن عند مقارنة نسبة ما تحلل من

السكريات المتعددة إلى تلك التي تحللت من البروتين يُلاحظ بوضوح أنَ السكريات المتعددة قد تحللت بكمية أكبر من تلك الناتجة عن تحلل البروتين، ناهيك عن أنَ كمية السكريات المتعددة في الحبوب غير المعاملة أصلاً كانت أعلى من كمية البروتين(جدول 2). وعليه يمكن التصور بأنَ معظم البرولين الناتج تحت ظروف الإجهاد إنَما جاء نتيجة لتحلل السكريات لتوفير الهيكل الكربوني أكثر منه نتيجة لتحلل البروتين على الأقل تحت درجات الحراة المنخفضة (Stewart, 1981; Yasseen et al., 1989). ومن الجدير بالملاحظة أنَ كمية السكريات الذائبة عند درجة الحرارة 15 ^{o}م كانت أعلى منها عند درجتي الحرارة 20 و 25 ^{o}م، ويعود ذلك أساساً إلى تراكم السكروز. وقد يعود سبب تراكم السكروز إلى زيادة في نشاط الإنزيمات المسؤولة عن بنائه وخصوصا Sucrose phosphate synthase، حيث لُوحظ ذلك في عدد من النباتات تحت ظروف درجات الحرارة المنخفضة (Zuniga – Feest et al., 2003)، وقد وجد بعض الباحثين في وقت مبكر(Nomura et al., 1969)، أنَ موقع بناء السكروز هو فلقة الحبة Scutellum حيث مع زيادة نشاط الإنزيمات المسؤولة عن تحلل النشاء والمالتوز والذي يؤدي إلى تكوين الجلوكوز الذي يتحرك إلى الفلقة حيث موقع بناء السكروز.

الإستنتاجات والتوصيات: Conclusions and Recommendations

بناءً على ماتقدم من مناقشة حول التغيرات التي تحصل في الجوانب الفسيولوجية و الكيموحيوية خلال عملية إنبات الحبوب تحت مختلف الظروف البيئية من ملوحة وحرارة يمكن عمل الإستنتاجات والتوصيات الآتية:

(1) تختلف الأصناف الزراعية للمحاصيل الزراعية عند تعرضها للظروف البيئية المختلفة، وهذا يتطلب إجراء دراسات مكثفة ومسح شامل لتقييمها والإستفادة منها في دراسات معمقة على المستوى الجزيئي.

(2) تباين تأثير الملوحة والحرارة عند المستويات العالية أو المتطرفة في تراكم البرولين والسكريات الذائبة. وهذا يتطلب دراسة شاملة للنشاط الإنزيمي عند تلك الظروف.

المراجع

References

Abdel – Bari, E. M. M., Yasseen, B. T., Al-Thani, R. F., 2007. Halophytes in the State of Qatar. Environmental Studies Center. Qatar University.

Adam, P. (1993). Saltmarsh Ecology. Cambridge University Press.

Alam, M. Z. (2001). The effects of salinity on germination, growth and mineral composition of modern rice cultivars. Ph. D Thesis, Department of Agriculture and Forestry, University of Aberdeen, UK.

Alhadi, F.A ،.Yasseen, B.T. and Al-Dubaie, A.S. 1997. Changes in carbohydrate and nitrogen fractions during germination of fenugreek (Trigonella foenum-graecum L.) seeds presoaked in GA3, growing under different Osmotic potentials. Qatar Univ. Sci. J. 17(2): 271-279.

Alhadi, F. A., Yasseen, B. T., and Jabr, M. (1999). Water stress and gibberellic acid effects on growth of fenugreek plants. Irrig. Sci. 18:185 – 190.

Almansouri, M., Kinet, J. M., and Lutts, S. (2001). Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (Triticum durum Desf.). Plant Soil. 231: 243 – 254.

Amini, F., and Ehsanpour, A. A. (2005) Soluble proteins, proline, carbohydrates and Na+ / K+ changes in two tomato (Lycopersicon esculentum Mill) cultivars under in vitro salt stress. American Journal of Biochemistry and Biotechnology. 1(4):212 – 216.

Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water – stress studies. Plant and Soil. 39: 205 – 207.

Bernstein, L. (1963). Osmotic adjustment of plants to saline media.II. Dynamic phase. Amer. J. Bot. 50 (4): 360 – 370.

Briens, M. (1975). The utilization of specifically C –1 or C — 6 labeled glucose by young Suaeda macrocarpa plants. Phytochemistry. :14 1907 1909.

Chang,Y—C., and Lee, T – M. (1999). High temperature – induced free proline accumulation in Gracilaria tenuistipitata (Rhodophyta). Bot. Bull. Acad. Sin. 40: 289 – 924.

Chapman, H. D. and Pratt, P. F. (1961). Methods of analysis for soils, plants and waters. Div. Agr. Sci. Univ. Calif. Berkeley, California.

Davydova, G. V. (1981). The effect of salinity on metabolism of nucleic acids in wheat plants. Trudy P. Prikladvoil. Botanik, Genetike i selekis ii 71: 53 – 60.

Dodd, G. L., and Donovan, L. A. (1999). Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. Am. J. Bot. 86: 1146 1153.

Epstein, E. (1976). Genetic adaptation of crops to salinity. Proc. Workshop on salt effects on plant structure and processes. Riverside. California. pp. 73-82.

Epstein, E., Norlyn, J. D., Rush, D. W., Kingsbury, R. W., Kelley, D. B., Cunningham, G. A., and Wrona, A.F. (1980). Saline culture of crops : A genetic approach. Science. 210 : 399- 404.

Fernandes, F. M., Arrabaca, M. C., and Carvalho, L. M. (2004). Sucrose metabolism in Lupinus albus L. under stress. Biol. Plant. 48 (2): 317 – 319.

Francois, L. E., and Goodin, J. R. (1972). Interaction of temperature and salinity on sugar beet germination. Agron. J. 64:272 – 273.

Gill, P. K., Sherma, A. D., Singh, P., and Bhullar, S. S. (2002). Osmotic stress-induced changes in germination, growth and soluble sugar content of Sorghum bicolor L. moench seeds. Bulg. J. Plant Physiol. 28 (3-4): 12 -25.

Gornall, A.G., Bardawill, C. J. and David, M. M. (1949). Determination of Serum Proteins by means of the Biuret Reaction. J. Biol. Chem. 177; 751-766.

Greenway, H. and Munns, R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 31: 149 – 190.

Guerrero-Rodriguez, J. de D. (2006). Growth and nutritive value of Lucerne (Medicago sativa L.) and Melilotus (Melilotus albus Medik.) under saline conditions. Ph.D. thesis. The University of Adelaide, Australia.

Gupta, A. K., Jagdeep, S., Narinder, K., and Rangil, S. (1993). Effect of polyethylene glycol-induced water stress on germination and reserve

carbohydrate metabolism in chickpea cultivars differing in tolerance to water deficit. Plant Physiol. Biochem. 31:369-378.

Hanson, A. D. and Hitz, W. D. (1982). Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. Annu. Rev. Plant Physiol. 72 : 645 – 653.

Hawkesford, M. J. and Buchner, P.(2001) Molecular Analysis of Plant Adaptation to the Environment. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

Hopkins, W. G., and Hüner, N. P. (2004). Introduction to Plant Physiology. 3rd edition. John Wiley & Sons, Inc. London.

Jefferies, R. L. (1981). Osmotic adjustment and the response of halophytic plants to salinity. Bioscience. 31 (1): 42 – 46.

Jenning, D. H. (1976). The effect of sodium chloride on higher plants. Biol. Rev. 51: 453-486.

Jimenez, J. F., Becerra – Flora, A., Hernandez – Lucero, E., Rodriguez – Kessler, M., Acosta – Gallegos, J. A., and Ramirez – Pimentel, J. G. (2006). Proline accumulation in two bean cultivars under salt stress and the effect of polyamines and ornithine. Biologia Plantarum. 50 (4): 763 – 766.

Kafi, M., Stewart, W. S., and Borland, A. M. (2003). Carbohydrate and Proline Contents in Leaves, Roots, and Apices of Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Wheat Cultivars1. Russian Journal of Plant Physiology 50 (2): 155-162.

Kalir, A. and Poljakoff – Mayber, A. (1976). Effect of salinity on respiratory pathways in root tips of Tamarix tetragyna. Plant Physiol. 57 : 167 – 170.

Kavi Kishor, P. B., Sangam, S., Amrutha, R. N., Sri Laxmi, P., Naidu, K. R., Rao, K R. S. S., Rao, Sreenath, Reddy, K. J., Theriappan, P., and Sreenivasulu, N. (2005). Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. Current Science. 88 (3): 424 – 438.

Kaya, M., Kaya, G., Kaya, M. D., Atak, M., Saglam, S., Khawar, K. M., and Ciftci, C. Y. (2008). Interaction between seed size and NaCl on germination and early seedling growth of some Turkish cultivars of chickpea (Cicer arietinum L.). J. Zhejiang Univ Sci. B. 9(5): 371 – 377.

Kuo, T. M., Lowell, C. A., and Smith, P. T. (1997). Changes in soluble carbohydrates and enzymic activities in maturing soybean seed tissues. Plant Sciences. 125 (1): 1- 11.

Larcher. W. (2003). Physiological Plant Ecology. Springer, 4th Edition, Berlin.

Leatherwood, W. R. (2005). Influence of salt stress on germination, root elongation and carbohydrate content of five salt tolerant and sensitive taxa. M.Sc. Thesis, North Carolina State University, USA..

Levitt, J. (1980). Responses of plants to environmental stresses. Vol. II. Water, Radiation, Salt, and other Stresses. Academic Press. New York, London.

Lin, C. C., and Kao, C. H. (1995). NaCl stress in rice seedlings: Starch mobilization and the influence of gibberellic acid on seedling growth. Bot. Bull. Acad. Sin. 36: 169 – 173.

Liu, J. and Zhu, J-K. (1997). Proline accumulation and salt-stress-induced gene expression in a salt-hypersensitive mutant of Arabidopsis. Plant Physiol. 114 : 591-596.

Lowry, O. H., Rosebrough, N. S., Farr, A. L., and Randall, R. J. (1951). Protein measurement with folin-phenol reagent. J. Biol. Chem. 193: 265 – 275.

Lutts, S., Majerus, V., and Kinet, J. –M. (1999). NaCl effects on proline metabolism in rice (Oryza sativa) seedlings. Physiologia Plantarum. 105 : 450 – 458.

Misra, N., and Gupta, A. K. (2005). Effect of salt stress on proline metabolism in two high yielding genotypes of green gram. Plant Science. 169 (2): 331 – 339.

Mohammed, A. M. A. (2007). Physiological aspects of Mungbean plant (Vigna radiate L. wilczek) in response to salt stress and gibberellic acid treatment. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 3 (4): 200 – 213.

Naseer, S. (2000). Response of barley (Hordeum vulgare L.) at various growth stages to salt stress. Online Journal of Biological Sciences. 1(5): 326 – 329.

Nelson, N. (1944). A photometric adaptation of Somogi method for the determination glucose. J. Biol.Chem. 153: 275 – 380.

Nieman, R. H. (1965). Expansion of bean leaves and its suppression by salinity . Plant Physiol. 40: 156 – 161.

Niknam, V., Bagherzadeh, M., Ebrahimzadeh, H., and Sokhansanj, A. (2004). Effect of NaCl on biomass and contents of sugars, proline and proteins in seedlings and leaf explants of Nicotiana tabacum grown in Vitro . Biol. Plant. 48 (2): 613 – 615.

Nilsen, E. T., and Orcutt, D. M. (1996). Physiology of plants under stress. Abiotic Factors. John Wiley & Sons, Inc. New York..

Nomura, T., Kono, Y., Akazawa, T. (1969). Enzymic mechanism of starch breakdown in germinating rice seeds, II. Scutellum as the site of sucrose synthesis. Plant Physiology. 44: 765 – 769.

Norlyn, J. D. (1980). Breeding salt-tolerant crop plants. In: Rains D. W., Valentine, R. C., Collaender, A. (Eds.), Genetic engineering of osmoregulation; impact on plant productivity for food, chemicals and energy. Plenum Publ., New York, p.293.

Norwood, M., Truesdale, M. –R., Richter, A., and Scott, P. (2000). Photosynthetic carbohydrate metabolism in the resurrection plant Craterostigma plantagineum. J. Exp. Bot. 51: 159 – 165.

Odegbaroo, O. A., and Smith, O. E. (1969). Effects of kinetin, salt concentration and temperature on germination and seedling growth of (lactuca sativa). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 167 – 170.

Okcu, G., Kaya, M. D., and Atak, M. (2005). Effects on salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (Pisum sativum L.) Turk. J. Agric. For. 29: 237 – 242.

Orcutt, D. M. and Nilsen, E. T. (2000). Physiology of plants under stress. Soil and biotic factors. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.

Othman, Y., Al-Karaki, G., Al-Tawaha, A. R., and Al-Horani, A. (2006). Variation in germination and ion uptake in barley genotypes under salinity conditions. World Journal of Agricutural Sciences. 2 (1): 11- 15.

Paleg, L.G. and Aspinall, D. (1981). The physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Academic Press. New York.

Paleg, L. G., Stewart, G. R., and Starr, R. (1985). The effect of compatible solutes on proteins. Plant and Soil. 89:83-94.

Poljakoff – Mayber, A. (1982). Biochemistry and physiological responses of higher plants to salinity stress. In : Biosaline research. A look to the future. (Ed. San Prieto, A.). pp. 245 – 270. Plenum Press. New York.

Poljakoff – Mayber, A. and Gale, J. (1975). Plants in saline environments. Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Prado, F. E., Boero, C., Gallardo, M., and Gonzalez, J. A. (2000). Effect of NaCl on germination, growth, and soluble sugar content in Chenopodium quinoa Willd seeds. Bot. Bull. Acad. Sin. 41:27 – 34.

Rao, A. S. and Nainawatee, H. S. (1980). Water stress associated praline accumulation in wheat seedlings. Haryana Agric. Univ. J. Res. X (3): 365 – 368.

Raymond, M., and Smirnoff, N. (2002). Proline metabolism and transport maize seedlings at low water potential. Annals of Botany. 89: 1-11.

Roosens, N. H. C. J., Thu, T. T., Iskandar, H. M., and Jacobs, M. (1998). Isolation of the ornithine - δ – aminotransferase cDNA and effect of salt stress on its expression in Arabidopsis thaliana. Plant Physiol. 117: 263 – 271.

Rost, T. L. (1977). Responses of the plant cell cycle to stress. In: "Mechanism and control of cell division". (Eds. Rost, T. L. and Giffor, jr. E. M.) University of California, Davis, Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. pp. 111- 143.

Sairam, R. K. and Tyagi, A. (2004) Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Current Science. 86(3): 407 - 421.

Sakurai, N., Tanaka, S. and Kuraishi, S. (1987a). Changes in wall polysaccharides of squash (Cucurbita maxima Duch.) hypocotyls under water stress condition. I. Wall sugar composition and growth as affected by water stress. Plant Cell Physiol. 28(6): 1051 – 1058.

Sakurai, N., Tanaka, S. and Kuraishi, S. (1987b). Changes in wall polysaccharides of squash (Cucurbita maxima Duch.) hypocotyls under water stress condition. II. Composition of pectic and hemicellulosic polysaccharides. Plant Cell Physiol. 28(6): 1059 – 1070.

Schwarz, M. and Gale, J. (1981). Maintenance respiration and carbon balance of plants at low levels of sodium chloride salinity. J. Exp. Bot. 130: 933 – 941.

Sharma, S. S. and Dietz, K-J. (2006) The significance of amino acids and amino acid-derived molecules in plant responses and adaptation to heavy metal stress. J. of Exp.Bot. 57 (4): 711 – 726.

Sheoran, I. S. and garg, O. P. (1978). Effect of salinity on the activities of RNase, DNase and protease during germination and early seedling growth of Mung bean. Physiol. Plant. 44:171 – 174.

Singh, T. N., Aspinall, D., and Paleg, L. G. (1972). Proline accumulation and varietal adaptability to drought in barley: A potential metabolic measure of drought resistance. Nature. 236:188 – 190.

Singh, T. N., Aspinall, D., Paleg, L. G. and Boggess, S. F.(1973). Stress metabolism. II. Changes in proline concentration in excised plant tissues. Aust. J. Biol. Sci. 26: 57 – 63.

Soltani, A., Ghlipoor, M., Zeinali, M. E. (2006). Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environ. Exp. Bot. 55: 195 – 200.

Song, S. Q., Lei, Y. B., and Tian, X. R. (2005). Proline metabolism and cross – tolerance to salinity and heat stress in germinating wheat seeds. Russian Journal of Plant Physiology. 52(6): 793 – 800.

Stewart, C. R. (1981). Proline accumulation: biochemical aspects. In: The physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants. (eds. Paleg, L. G. and Aspinall, D.). Academic press, Sydney, pp. 243 – 259.

Stewart, G. R. and Lee, J. A. (1974) The role of proline accumulation in halophytes. Planta. 120: 279-289.

Stewart, C. R., Morris, C. J., and Thompson, J. F. (1966). Changes in amino acid content of excised leaves during incubation .I. Role of sugar in the accumulation of proline in wilted leaves. Plant Physiol. 41:1585 – 1590.

Sundaresan, S. and Sudhakaran, P. R. (1995). Water stress – induced alterations in the proline metabolism of drought – susceptible and – tolerant cassava (Manihot esculenta) cultivars. Physiologia Plantarum. 94 : 635 – 642.

Taiz, L. and Zeiger, E. (2006). Plant physiology. 2nd. Ed. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts.

Thiery, L., Leprince, A – S., Lefebvre, D., Ghars, M. A., Debarbieux, E., and Savoure, A. (2004) Phospholipase D is a negative regulator of proline biosynthesis in Arabodopsis thaliana. The Journal of Biological Chemistry. 279 (15): 14812 – 14818.

Waisel, Y. (1972). Biology of halophytes. Academic press. New York and London.

Yagmur, M., and Kaydan, D. (2008). Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. African Journal of Biotechnology. 7 (13): 2156 – 2162.

Yasseen, B. T. (1982) Absorption of water and chloride accumulation under the influence of salinity – temperature interaction on Safflower (Carthamus tinctorius) germination. Raf. J. Sci. 5(1): 107 – 117.

Yasseen, B. T. (1983). An analysis of the effects of salinity on leaf growth in Mexican wheats. Ph. D. thesis. The University of Leeds. UK.

Yasseen, B. T. (1992). Physiology of water stress in plants. The University of Mosul, University Press, Iraq.

Yasseen, B.T. (2001) Principles of Plant Physiology. Qatar University, Doha, Qatar.2001. (Arabic, ISBN 8-81-46-99921).

Yasseen, B. T. (2005). Possible ionic effects of NaCl on two Mexican wheat cultivars. Qatar Univ. Sci. J. 25:98-112.

Yasseen, B. T., and Abu-Al-Basal, M. A. (2008). Ecophysiology of *Limonium axillare* and *Avicennia marina* from the coastline of Arabian Gulf – Qatar . Journal of Coastal Conservation. 12(1):35 -42.

Yasseen, B. T., and Al-Maamari, B. K. S.(1995). Furthet evaluation of the resistance of black barley to water stress: Preliminary assessment for

selecting drought resistant barley. J. Agronomy & Crop Science. 174: 9-19.

Yasseen, B. T., Almuhannady, A., Al-Marri, F., and Al-Hemiary, H. (2006). Changes in soluble sugars and proline in seedlings of a local wheat cultivar (Doha) due to the salt stress and temperature. Qatar Univ. Sci. J. 26: 71 – 82.

Yasseen, B. T. and Al-Omary, S. S. (1994). An analysis of the effects of water stress on leaf growth and yield of three barley cultivars. Irrig. Sci. 14: 157 – 162.

Yasseen, B. T., Jurgees, J. A., Sofajy, S. A. (1987a). Changes in some growth processes induced by NaCl in individual leaves of two barley cultivars. Indian J. Plant Physiology. 30:1- 6.

Yasseen, B. T., Mohammad, H. A., and Sulaiman, F. D. (1987b). Growth of prophyll and proline accumulation due to salt stress in three barley cultivars. Iraqi J. Agrc. Sci. (Zanco).5(2): 155 – 166.

Yasseen, B. T. and Al-Thani. R. F. (2007). Halophytes and associated properties of natural soils in Doha area, Qatar. Aquatic Ecosystem Health & Management. 10 (3): 320 – 326.

Yasseen, B. T., Shehab, E. M., and Yahya, R. A. (1989) Cytological and physiological studies of the effect of sodium chloride in growth processes and proline accumulation in the germinating seeds of barley. Mesopotamia J. of Agric. 21(1): 237 – 248.

Yasseen, B. T., Sulaiman, E. D., and Muhammad, H. A. (1988) Growth of prophyll and proline accumulation due to the effect of NaCl stress and temperature in two barley cultivars. Iraqi J. Agric. Sciences (Zanco). 6 (4): 97 110.

Yasseen, B. T., Yahya, R. A., and Shehab, E. M. (1991). Studies on the seed germination of Gundelia rosea. Iraqi J. of Sci. 32: (1): 149 – 157.

Yeo, A. R. (1983). Salinity resistance: Physiologies and prices. Physiol. Plant. 58: 214 – 222.

Zuniga – Feest, A., Inostroza, P., Vega, M., Bravo, L. A., and Corcuera, L. J. (2003). Sugars and enzyme activity in the grass Deschampsia antartica. Antarctic Science. 15:483 – 491.

Zwiazek, J. J. (1991). Cell wall changes in white spruce (Picea glauca) needles subjected to repeated drought stress. Physiologia Plantarun. 82: 513 - 518.

ABSTRACT

The study was carried out to compare two barley cultivars (ACSAD 176 and RUM) during germination stage to determine the characteristics associated with salt tolerance under different temperatures. Five salt levels of sodium chloride solutions (0, 10, 20, 30 and 40 dSm^{-1}) and three temperature regimes (15, 20 and 25 ºC) were used in the present study. ACSAD 176 was more salt tolerant than RUM during germination stage, since the first cultivar gave high germination percentages, longer radicles, and much water content than in the second cultivar at all temperatures studied. Much TRV and its components (DRV and sucrose) were found in control treatment which decreased gradually as the salt level increased up to 40 dSm^{-1}. Sucrose, however, represented the great part of soluble sugars in the germinating grains in two barley cultivars especially at 15 ºC. ACSAD 176 contained much sucrose as in RUM, which might confer ACSAD 176 a trait of salt tolerance. Moreover, much proline was accumulated in germinating grains in response to salt stress which was concurrent with the reduction of TRV. ACSAD 176 accumulated more proline than RUM which could have contributed in the osmotic adjustment under salinity which might offer a trait of salt tolerance for the first cultivar. The data clearly revealed that salt stress caused great impact on the degradation of polysaccharides and protein. Much of the degraded reserves were in the control treatment which gradually decreased up to 40 dSm^{-1}. Moreover, considerable degradation of the reserves was found in ACSAD 176 which might have contributed with soluble sugars and proline to maintain osmotic adjustment and osmoregulation. Further investigation is needed for comparisons between cultivars during vegetative growth and development stages to include yield stage. These studies could include the enzyme activity of proline and carbohydrate as α-amylase and ornithine α

aminotransfearse in addition to the ionic content and photosynthetic pigments as determination of chlorophyll that after increasing germination period 20 days and determine Bibmass and growth parameters such as cell division and cell expansion and other variables.

الملاحق: Appendices

Appendices الملاحق

[Program Files/SPSS Evaluation/Acsad 176&Rum Anova
Univariate Analysis of Variance(UNIANOVA)
Observation by Temperature Concentration Cultivars
Method = Sstype(3)
Intercept = Include
Posthoc = Temperature Concentration Cultivars (LSD)
Print = Descrptive
Criteria = Alpha(.05)
Design = Temperature Concentration Cultivars
Temperature*Concentration
Temperature*Cultivars
Concentration*Cultivars
Temperature*Concentration *Cultivars
are not performed for Cultivars because there are fewer than three
Post hoc tests (LSD)* groups

Germination Acsad &Rum Between-Subjects Factors

N		Subjects Factors
40	15 °C	Temperature
40	20 °C	
40	25 °C	
24	1.00	Concentration
24	2.00	
24	3.00	
24	4.00	
24	5.00	
60	Acsad	Cultivars
60	Rum	

الملحق(1)

Study Germination Appendix ملحق دراسة الإنبات
(Univariate Analysis of Variance (UNIANOVA) تحليل التباين

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: Observations

Source	DF	F	P.Value
Temperature	2	8.418	0.000
Concentration	4	633.470	0.000
Cultivars	1	16.445	0.000
Temperature * Concentration	8	1.427	0.196
Temperature * Cultivars	2	1.521	0.224
Concentration * Cultivars	4	2.427	0.054
Temperature * Concentration* Cultivars	8	2.660	0.011
Error	90		
Total	120		
Corrected Total	119		

R Squared = .967 (Adjusted R Squared = .956)

Multiple Comparisons Concentration (LSD)

dSm^{-1}	N	Mean ± SD	P. Value
0	24	97.8±2.04	0.000
10	24	92.3±6.02	0.000
20	24	80.3±9.70	0.000
30	24	42.8±14.03	0.000
40	24	10.8±7.03	0.000
Total	120	64.8 ±34.3	0.000

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Multiple Comparisons Temperature * (LSD)

Temperature	N	Mean±SD
15 °C	40	61.6±34.6
20 °C	40	64.6±33.4
25 °C	40	68.2±35.5
Total	120	64.8±34.3

*15 °C, 20 °C , 25°C Significant at P < 0.01
*15 °C،20 °C Significant at P> 0.001
The mean difference is significant at the .05 level

Observations * Cultivars

Cultivars	N	Mean±SD
Acsad176	60	67.5±33.5
Rum	60	62.1±35.3
Total	120	64.8±34.3

*Significant at P < 0.001

الملحق (2)

Length of root Appendix متوسط اطوال الجذور
(Univariate Analysis of Variance (UNIANOVA) تحليل التباين

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: Observations

Source	DF	F	P.Value
Temperature	2	839.669	0.000
Concentration	4	2173.685	0.000
Cultivars	1	34.746	0.000
Temperature * Concentration	8	202.561	0.000
Temperature * Cultivars	2	1.992	0.142
Concentration * Cultivars	4	12.076	0.000
Temperature * Concentration* Cultivars	8	0.926	0.499
Error	90		
Total	120		
Corrected Total	119		

R Squared = .993 (Adjusted R Squared = .990)

Multiple Comparisons Concentration (LSD)

dSm^{-1}	N	Mean ± SD	P. Value
0	24	63.5±28.7	0.000
10	24	42.4±19.7	0.000
20	24	17.8±8.9	0.000
30	24	0.00±0.00	1.000
40	24	0.00±0.00	1000
Total	120	24.7±29.5	0.000

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Multiple Comparisons Temperature * (LSD)

Temperature	N	Mean±SD
15 °C	40	9.3±10.4
20 °C	40	32.3±33.0
25 °C	40	32.6±33.2
Total	120	24.7±29.5

*15 °C, 20 °C , 25°C Significant at P < 0.001
*15 °C،20 °C Significant at P> 0.001
The mean difference is significant at the .05 level

Observations * Cultivars

Cultivars	N	Mean±SD
Acsad176	60	26.3±31.4
Rum	60	23.2±27.7
Total	120	24.7±29.5

*Significant at P < 0.001

الملحق (3)

Absorption (Weight) Appendixإمتصاص الماء
(Univariate Analysis of Variance (UNIANOVA) تحليل التباين

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: Observations

Source	DF	F	P.Value
Temperature	2	1124.479	0.000
Concentration	4	3752.253	0.000
Cultivars	1	67.037	0.000
Temperature * Concentration	8	396.016	0.000
Temperature * Cultivars	2	38.710	0.000
Concentration * Cultivars	4	35.810	0.000
Temperature * Concentration* Cultivars	8	11.000	0.000
Error	90		
Total	120		
Corrected Total	119		

R Squared = .996(Adjusted R Squared = .994)

Multiple Comparisons Concentrarion (LSD)

dSm^{-1}	N	Mean ± SD	P. Value
0	24	249.3±79.5	0.000
10	24	179.8±63.9	0.000
20	24	99.7±18.5	0.000
30	24	69.9±8.8	0.000
40	24	56.9±7.1	0.000
Total	120	131.1 ±86.4	0.000

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Multiple Comparisons Temperature * (LSD)

Temperature	N	Mean±SD
15 °C	40	93.4±32.0
20 °C	40	161.3±108.9
25 °C	40	138.6±86.2
Total	120	131.1 ±86.4

*Significant at P < 0.001
*The mean difference is significant at the .05 level

Observations * Cultivars

Cultivars	N	Mean±SD
Acsad176	60	136.0 ±87.8
Rum	60	126.2±85.5
Total	120	131.1 ±86.4

*Significant at P < 0.001

الملحق (4)

Chloride accumulation Appendix تراكم الكلوريد
(Univariate Analysis of Variance (UNIANOVA) تحليل التباين

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: Observations

Source	DF	F	P.Value
Temperature	2	243.675	0.000
Concentration	4	457.977	0.000
Cultivars	1	10.058	0.002
Temperature * Concentration	8	10.058	0.000
Temperature * Cultivars	2	14.603	0.142
Concentration * Cultivars	4	2.180	0.078
Temperature * Concentration* Cultivars	8	1.160	0.332
Error	90		
Total	120		
Corrected Total	119		

R Squared = .965(Adjusted R Squared = .953)

Multiple Comparisons Concentrarion (LSD)

dSm^{-1}	N	Mean ± SD	P. Value
0	24	4.58±0.60	0.000
10	24	6.51±1.22	0.000
20	24	7.85±1.23	0.000
30	24	9.28±1.63	1.000
40	24	10.40±1.58	1000
Total	120	7.73±2.42	0.000

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Multiple Comparisons Temperature * (LSD)

Temperature	N	Mean±SD
15 °C	40	6.24±1.63
20 °C	40	8.55±2.48
25 °C	40	8.39±2.39
Total	120	7.72±2.42

*15 °C, 20 °C , 25°C Significant at P < 0.001
*20 °C،25 °C Significant at P> 0.001
The mean difference is significant at the .05 level

Observations * Cultivars

Cultivars	N	Mean±SD
Acsad176	60	7.88±2.40
Rum	60	7.57±2.46
Total	120	7.73±2.42

*Significant at P < 0.001

الملحق (5)

TRV Appendix الكلية السكريات الذائبة المختزلة الكلية
(Univariate Analysis of Variance (UNIANOVA) تحليل التباين

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: Observations

Source	DF	F	P.Value
Temperature	2	14802.555	0.000
Concentration	4	662.830	0.000
Cultivars	1	53.817	0.000
Temperature * Concentration	8	11.713	0.000
Temperature * Cultivars	2	119.242	0.000
Concentration * Cultivars	4	9.774	0.000
Temperature * Concentration* Cultivars	8	11.063	0.000
Error	90		
Total	120		
Corrected Total	119		

R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .996)

Multiple Comparisons Concentration (LSD)

dSm^{-1}	N	Mean ± SD	P. Value
0	24	92.1±47.1	0.000
10	24	79.1±46.5	0.000
20	24	67.0±48.3	0.000
30	24	59.0±48.5	0.000
40	24	53.3±50.8	0.000
Total	120	70.1±49.5	0.000

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Multiple Comparisons Temperature * (LSD)

Temperature	N	Mean±SD
15 °C	40	135.8±13.0
20 °C	40	43.8±18.2
25 °C	40	30.7±15.5
Total	120	70.1±49.5

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Observations * Cultivars

Cultivars	N	Mean±SD
Acsad176	60	72.1±46.0
Rum	60	68.1±53.1
Total	120	70.1±49.5

*Significant at P < 0.001

الملحق (6)

Sucrose Appendix السكريات الثنائية
(Univariate Analysis of Variance (UNIANOVA) تحليل التباين

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: Observations

Source	DF	F	P.Value
Temperature	2	16872.267	0.000
Concentration	4	217.177	0.000
Cultivars	1	35.581	0.000
Temperature * Concentration	8	6.536	0.000
Temperature * Cultivars	2	86.482	0.000
Concentration * Cultivars	4	1.064	0.379
Temperature * Concentration* Cultivars	8	10.006	0.000
Error	90		
Total	120		
Corrected Total	119		

R Squared = 0.997 (Adjusted R Squared = 0.997)

Multiple Comparisons Concentration (LSD)

dSm^{-1}	N	Mean ± SD	P. Value
0	24	68.7±48.9	0.000
10	24	61.5±46.6	0.000
20	24	56.7±46.8	0.000
30	24	51.7±45.9	0.000
40	24	47.7±47.8	0.000
Total	120	57.3±47.0	0.000

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Multiple Comparisons Temperature * (LSD)

Temperature	N	Mean±SD
15 °C	40	122.1±9.2
20 °C	40	28.1±8.9
25 °C	40	21.6±9.3
Total	120	57.3±47.0

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Observations * Cultivars

Cultivars	N	Mean±SD
Acsad176	60	58.8±43.9
Rum	60	55.8±50.2
Total	120	57.3±47.0

*Significant at P < 0.001

الملحق (7)

الكلية السكريات الذائبة المختزلة DRV AppendIX
تحليل التباين (Univariate Analysis of Variance (UNIANOVA)

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: Observations

Source	DF	F	P.Value
Temperature	2	1171.016	0.000
Concentration	4	22.455	0.000
Cultivars	1	581.106	0.000
Temperature * Concentration	8	41.357	0.000
Temperature * Cultivars	2	98.829	0.000
Concentration * Cultivars	4	34.598	0.000
Temperature * Concentration* Cultivars	8	25.058	0.000
Error	90		
Total	120		
Corrected Total	119		

R Squared = 0.987 (Adjusted R Squared = 0.983)

Multiple Comparisons Concentration (LSD)

dSm^{-1}	N	Mean ± SD	P. Value
0	24	19.8±8.4	0.000
10	24	14.3±5.4	0.000
20	24	7.3±2.8	0.000
30	24	4.5±1.6	0.000
40	24	3.0±13	0.000
Total	120	9.8±7.8	0.000

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Multiple Comparisons Temperature * (LSD)

Temperature	N	Mean±SD
15 °C	40	7.3±3.5
20 °C	40	14.2±10.3
25 °C	40	7.9±6.2
Total	120	9.8±7.8

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Observations * Cultivars

Cultivars	N	Mean±SD
Acsad176	60	10.2±9.2
Rum	60	9.4±6.3
Total	120	9.8±7.8

*Significant at P < 0.001

الملحق (8)

Proline A accumulation Appendix تراكم محتوي البرولين
(Univariate Analysis of Variance (UNIANOVA) تحليل التباين

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: Observations

Source	DF	F	P.Value
Temperature	2	158.178	0.000
Concentration	4	2594.492	0.000
Cultivars	1	52.352	0.000
Temperature * Concentration	8	103.626	0.000
Temperature * Cultivars	2	12.969	0.000
Concentration * Cultivars	4	88.902	0.000
Temperature * Concentration* Cultivars	8	17.255	0.000
Error	90		
Total	120		
Corrected Total	119		

R Squared = 0.993 (Adjusted R Squared = 0.990)

Multiple Comparisons Concentration (LSD)

dSm^{-1}	N	Mean ± SD	P. Value
0	24	70.6±26.1	0.000
10	24	120.1±43.4	0.000
20	24	357.6±64.5	0.000
30	24	302.7±80.9	0.000
40	24	70.0±14.5	0.000
Total	120	184.2±132.5	0.000

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Multiple Comparisons Temperature * (LSD)

Temperature	N	Mean±SD
15 °C	40	187.3±106.3
20 °C	40	208.6±159.2
25 °C	40	156.8±124.6
Total	120	184.2±132.5

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Observations * Cultivars

Cultivars	N	Mean±SD
Acsad176	60	192.8±149.9
Rum	60	175.6±113.1
Total	120	184.2±132.5

*Significant at P < 0.001

الملحق (9)

محتوي السكريات المتعددة Polysaccharide Appendix
تحليل التباين (Univariate Analysis of Variance (UNIANOVA)

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: Observations

Source	DF	F	P.Value
Temperature	2	478.807	0.000
Concentration	4	707.188	0.000
Cultivars	1	90.639	0.000
Temperature * Concentration	8	71.796	0.000
Temperature * Cultivars	2	3.464	0.036
Concentration * Cultivars	4	6.577	0.000
Temperature * Concentration* Cultivars	8	3.269	0.003
Error	90		
Total	120		
Corrected Total	119		

R Squared =0.980 (Adjusted R Squared = .974)

Multiple Comparisons Concentration (LSD)

dSm^{-1}	N	Mean ± SD	P. Value
0	24	30.8±17.1	0.000
10	24	42.2±13.9	0.000
20	24	52.0±11.0	0.000
30	24	63.6±4.9	0.000
40	24	69.9±5.0	0.000
Total	120	51.7±18.1	0.000

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Multiple Comparisons Temperature * (LSD)

Temperature	N	Mean±SD
15 °C	40	62.6±6.4
20 °C	40	42.7±18.2
25 °C	40	49.7±20.6
Total	120	51.7±18.1

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Observations * Cultivars

Cultivars	N	Mean±SD
Acsad176	60	49.1±19.0
Rum	60	54.2±17.0
Total	120	51.7±18.1

*Significant at P < 0.001

الملحق (10)

Protein Appendixمحتوي البروتين

(Univariate Analysis of Variance (UNIANOVA) تحليل التباين

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: Observations

Source	DF	F	P.Value
Temperature	2	733487.6	0.000
Concentration	4	214359.6	0.000
Cultivars	1	13422.380	0.000
Temperature * Concentration	8	33176.198	0.000
Temperature * Cultivars	2	2202.168	0.000
Concentration * Cultivars	4	1518.231	0.000
Temperature * Concentration* Cultivars	8	404.258	0.000
Error	90		
Total	120		
Corrected Total	119		

R Squared =1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Multiple Comparisons Concentration (LSD)

dSm^{-1}	N	Mean ± SD	P. Value
0	24	6.89±3.87	0.000
10	24	8.36±3.47	0.000
20	24	8.34 ±2.99	0.000
30	24	9.76 ±2.87	0.000
40	24	12.91 ±0.61	0.000
Total	120	9.25±3.58	0.000

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Multiple Comparisons Temperature * (LSD)

Temperature	N	Mean±SD
15 °C	40	13.02 ±0.63
20 °C	40	7.53 ±0.64
25 °C	40	7.21 ±2.82
Total	120	9.25 ±3.58

*Significant at P < 0.001
* The mean difference is significant at the .05

Observations * Cultivars

Cultivars	N	Mean±SD
Acsad176	60	9.00 ±3.72
Rum	60	9.51 ±3.45
Total	120	9.25 ±3.58

*Significant at P < 0. 0.001